



TUGAS AKHIR – SS141501

**PETA KOMPOSIT SUHU PERMUKAAN LAUT
DAN RATA-RATA TEKANAN PERMUKAAN LAUT
UNTUK KEKERINGAN DI PROVINSI NUSA
TENGGARA TIMUR MENGGUNAKAN METODE
*BOOTSTRAP***

**ESIS RAMADHAN
NRP 1313 100 138**

**Dosen Pembimbing
Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PETA KOMPOSIT SUHU PERMUKAAN LAUT
DAN RATA-RATA TEKANAN PERMUKAAN LAUT
UNTUK KEKERINGAN DI PROVINSI NUSA
TENGGARA TIMUR MENGGUNAKAN METODE
*BOOTSTRAP***

**ESIS RAMADHAN
NRP 1313 100 138**

**Dosen Pembimbing
Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**COMPOSITE MAPS SEA SURFACE
TEMPERATURE AND MEAN SEA LEVEL
PRESSURE FOR DROUGHT PHENOMENON
IN NUSA TENGGARA TIMUR USING *BOOTSTRAP*
METHOD**

**ESIS RAMADHAN
NRP 1313 100 138**

**Supervisor
Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMTICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PETA KOMPOSIT SUHU PERMUKAAN LAUT DAN RATA-RATA TEKANAN PERMUKAAN LAUT UNTUK KEKERINGAN DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *BOOTSTRAP*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :


Esis Ramadhan
NRP. 1313 100 138

Disetujui oleh Pembimbing:

Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si.
NIP. 19691212 199303 2 002



Mengetahui,
Kepala Departemen


Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

PETA KOMPOSIT SUHU PERMUKAAN LAUT DAN RATA-RATA TEKANAN PERMUKAAN LAUT UNTUK KEKERINGAN DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *BOOTSTRAP*

Nama Mahasiswa : Esis Ramadhan
NRP : 1313 100 138
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr.rer.pol.Heri Kuswanto, M.Si

Abstrak

El nino merupakan fenomena global yang menyebabkan curah hujan di Indonesia berkurang secara signifikan dan merupakan faktor yang menyebabkan kekeringan. Kekeringan merupakan kejadian alam yang dikarenakan tidak ada air irigasi dan berlangsung lama sampai musim hujan tiba. Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu provinsi yang paling banyak mengalami kekeringan di Indonesia. Metode standardized precipitation index (SPI) merupakan metode untuk mendeteksi terjadinya kekeringan dan mendapatkan tanggal-tanggal awal terjadinya kekeringan di NTT yang akan digunakan untuk penyusunan peta komposit suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut. Peta komposit untuk mendapatkan zona aktif yaitu wilayah yang secara signifikan menunjukkan pola berbeda dengan biasanya. Pada tahap penyusunan peta komposit akan menggunakan metode bootstrap pada data anomali mean dan anomali median dari variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut untuk mencegah dari kasus bias pada penyusunan peta komposit supaya menghasilkan peta yang lebih baik daripada menggunakan data tanpa anomali. Hasil peta komposit suhu permukaan laut B-2 dan B-1 menunjukkan wilayah yang aktif berpengaruh yaitu wilayah diatas NTB dan Bali

dengan suhu permukaan laut dingin, sedangkan untuk rata-rata tekanan permukaan laut B-2 memberikan zona aktif di sebagian pulau Papua sampai ke selatan Papua dengan menunjukan rata-rata tekanan permukaan laut tinggi dan B-1 memberikan zona aktif di sekitar Kalimantan dan Sulawesi dengan rata-rata tekanan permukaan laut tinggi.

Kata kunci: Anomali, bootstrap, kekeringan, peta komposit, standardized precipitation index, suhu permukaan laut, rata-rata tekanan permukaan laut.

COMPOSITE MAPS SEA SURFACE TEMPERATURE AND MEAN SEA LEVEL PRESSURE FOR DROUGHT PHENOMENON IN NUSA TENGGARA TIMUR USING BOOTSTRAP METHOD

Student Name : Esis Ramadhan
NRP : 1313 100 138
Department : Statistics
Supervisor : Dr.rer.pol.Heri Kuswanto, M.Si

Abstract

El nino is a global phenomenon that causes the rainfall in Indonesia to decrease significantly and one of the factors which causes drought disaster. Drought is the natural occurrence and can be defined as the condition of water suply deficiency which lasts for a long period until the rainy season arrives. East Nusa Tenggara is the province which known as one of the most drought-stricken provinces in Indonesia. The standardized precipitation index (SPI) method is a method to detects drought and obtain the earliest dates of drought in East Nusa Tenggara. The dates obtained are going to be used for the composite composition of sea surface temperature and average sea surface pressure. Composite map serves to show the active region of drought in East Nusa Tenggara. In the composite stage the composite map will use the bootstrap method on the mean anomaly and median anomalies of the sea surface temperature variables and the mean sea surface pressure to overcome the case of bias on composite map making in order to produce a better map than using data without anomalies. The result shows that the composite map of sea surface temperature B-2 and B-1 indicates the influential region which is the region at the North of West Nusa Tenggara and Bali with the cold sea surface temperature, while for the mean sea level pressure B-2 gives the active zone in part of Papua island to South of Papua by showing average high

sea level pressure and B-1 providing active zones around Kalimantan and Sulawesi with average high sea level pressure.

Key words: Anomaly, bootstrap, composite maps, drought, mean sea level pressure, sea surface temperature, standardized precipitation index.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Peta Komposit Suhu Permukaan Laut dan Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Untuk Kekeringan Di Provinsi Nusa Tenggara Timur Menggunakan Metode *Bootstrap*”**.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan karena dukungan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, segenap ucapan terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada:

1. Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen dan Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Prodi S1 Jurusan Statistika ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prasetyo dan R. Mohamad Atok, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan saran-saran untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Pembuatan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, besar harapan dari penulis untuk menerima kritik dan saran yang berguna untuk perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Standardized Precipitation Index</i>	7
2.2 <i>Bootstrap</i>	9
2.3 Anomali	11
2.4 Suhu Permukaan Laut	12
2.5 Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut	13
2.6 Peta Komposit	13
2.7 Kekeringan Meteorologis	13
2.8 Curah Hujan	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Struktur Data	15
3.4 Langkah Penelitian	17

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 <i>Preprocessing</i> Data Curah Hujan Harian	21
4.2 Statistika Deskriptif Curah Hujan Provinsi NTT	24
4.3 Peta Komposit Suhu Permukaan Laut	32
4.4 Peta Komposit Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA	59
-----------------------------	----

LAMPIRAN	63
-----------------------	----

BIODATA PENULIS	89
------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Hasil Running Software GrADS	23
Gambar 4.2 Hasil Running Script Penggabungan Data	23
Gambar 4.3 Kepulauan di Provinsi NTT	25
Gambar 4.4 Mean Curah Hujan Bulanan di 6 Pulau.....	25
Gambar 4.5 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Komodo Pada Tahun 1999-2015 ..	27
Gambar 4.6 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Frans Pada Tahun 1999-2015	27
Gambar 4.7 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Gewayant Pada Tahun 1999-2015.....	28
Gambar 4.8 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Umbu Pada Tahun 1999-2015	28
Gambar 4.9 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Lasiana Pada Tahun 1999-2015....	29
Gambar 4.10 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Eltari Pada Tahun 1999-2015	29
Gambar 4.11 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Tardamu Pada Tahun 1999-2015..	30
Gambar 4.12 Bulan Kejadian Kekeringan di Provinsi NTT ..	31
Gambar 4.13 Ilustrasi Grid	32
Gambar 4.14 Koordinat disekitar Provinsi NTT.....	33
Gambar 4.15 Box Plot Suhu Permukaan Laut Koordinat disekitar Provinsi NTT	34
Gambar 4.16 Box Plot Suhu Permukaan Laut Anomali Mean Koordinat disekitar Provinsi NTT	35
Gambar 4.17 Box Plot Suhu Permukaan Laut Anomali Median Koordinat disekitar Provinsi NTT	35
Gambar 4.18 Histogram Bootstrap Suhu Permukaan Laut B-1 118,5° BT dan 5° LS	38
Gambar 4.19 Peta Komposit Data Tanpa Anomali Suhu	

	Permukaan Laut B-2.....	39
Gambar 4.20	Peta Komposit Data Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-2.....	40
Gambar 4.21	Peta Komposit Data Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-2.....	40
Gambar 4.22	Peta Komposit Data Tanpa Anomali Suhu Permukaan Laut B-1	41
Gambar 4.23	Peta Komposit Data Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-1	42
Gambar 4.24	Peta Komposit Data Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-1	42
Gambar 4.25	Box Plot Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Koordinat disekitar Provinsi NTT	46
Gambar 4.26	Box Plot Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Anomali Mean Koordinat disekitar Prov NTT	47
Gambar 4.27	Box Plot Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Anomali Median Koordinat disekitar Provinsi NTT	47
Gambar 4.28	Histogram Bootstrap Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1 118,5° BT dan 5° LS	48
Gambar 4.29	Peta Komposit Data Tanpa Anomali Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2	49
Gambar 4.30	Peta Komposit Data Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2	50
Gambar 4.31	Peta Komposit Data Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2	51
Gambar 4.32	Peta Komposit Data Tanpa Anomali Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1	51
Gambar 4.33	Peta Komposit Data Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1	52
Gambar 4.34	Peta Komposit Data Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi SPI	9
Tabel 3.1 Struktur Data Curah Hujan Harian	16
Tabel 3.2 Struktur Data Variabel Cuaca.....	16
Tabel 3.3 Anomali <i>Mean</i> Untuk Setiap Variabel	18
Tabel 3.4 Anomali <i>Median</i> Untuk Setiap Variabel	19
Tabel 3.5 <i>Batas Signifikansi</i>	20
Tabel 4.1 <i>Jumlah Data Missing pada Masing-Masing Stasiun</i>	21
Tabel 4.2 Jenis Warna Peta Komposit.....	37
Tabel 4.3 <i>MSE</i> Suhu Permukaan Laut B-2	43
Tabel 4.4 Nilai Akurasi Suhu Permukaan Laut di Koordinat 5° LS dan 118,5° BT	44
Tabel 4.5 Jumlah Titik Signifikan Suhu Permukaan Laut.....	45
Tabel 4.6 <i>MSE</i> Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2.....	54
Tabel 4.7 Nilai Akurasi Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut di Koordinat 5° LS dan 118,5° BT	55
Tabel 4.8 Jumlah Titik Signifikan Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut	55

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1A Data Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Meteorologi Komodo, Fransiskus, dan Gewayantana 1999-2015	59
Lampiran 1B Data Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Meteorologi Mali, Umbu, Lasiana, Eltari, dan Tardamu Periode 1999-2015	60
Lampiran 2A Data Hasil Imputasi Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Meteorologi Komodo, Fransiskus, dan Gewayantana 1999-2015	61
Lampiran 2B Data Hasil Imputasi Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Meteorologi Mali, Umbu, Lasiana, Eltari, dan Tardamu 1999-2015.....	62
Lampiran 3 Tampilan Aplikasi SPI_SL_6.exe	63
Lampiran 4 Data Suhu Permukaan Laut	64
Lampiran 5 Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut	65
Lampiran 6 Kode Variabel Cuaca di GrADS.....	66
Lampiran 7 <i>Script</i> Konversi Software GrADS	67
Lampiran 8 <i>Script</i> Konversi Software R.....	69
Lampiran 9A <i>MSE</i> Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-2	73
Lampiran 9B <i>MSE</i> Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-2	73
Lampiran 9C <i>MSE</i> Suhu Permukaan Laut B-1	74
Lampiran 9D <i>MSE</i> Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-1	74
Lampiran 9E <i>MSE</i> Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-1	75
Lampiran 9F <i>MSE</i> Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2	75
Lampiran 9G <i>MSE</i> Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2	76

Lampiran 9H	<i>MSE Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1</i>	76
Lampiran 9I	<i>MSE Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1</i>	77
Lampiran 9J	<i>MSE Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1</i>	77
Lampiran 10	<i>Script Bootstrap Tanpa Anomali</i>	78
Lampiran 11	<i>Script Bootstrap Anomali Mean</i>	79
Lampiran 12	<i>Script Bootstrap Anomali Median</i>	80
Lampiran 13	<i>Struktur Data di Software NCL</i>	81
Lampiran 14	<i>Script Plotting Peta</i>	82
Lampiran 15	<i>Running di Software NCL</i>	86
Lampiran 16	<i>Surat Pernyataan Data Tugas Akhir.....</i>	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

El Nino merupakan fenomena global yang secara umum menyebabkan curah hujan di Indonesia berkurang secara signifikan apabila diikuti kondisi suhu perairan Indonesia cukup dingin (Stasiun Klimatologi Kairatu, 2016). Fenomena El Nino tersebut akan berdampak kekeringan di Indonesia karena berkurangnya curah hujan secara signifikan. Kekeringan merupakan kejadian alam yang dikarenakan tidak ada air irigasi dan berlangsung lama sampai musim hujan tiba. Kekeringan tidak terlepas dari penyimpangan kondisi cuaca dari kondisi normalnya, akibat dari penyimpangan kondisi cuaca maka akan berdampak pada berkurangnya curah hujan di suatu wilayah. Menurut Wheaton, Arthut, Chomey, Shewchuk, & Thorpe (1992) kekeringan erat kaitannya dengan berkurangnya curah hujan, suhu udara diatas normal, kelembapan tanah rendah, dan pasokan air yang tidak mencukupi.

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah salah satu provinsi yang berlokasi di Indonesia dan merupakan salah satu provinsi yang mengalami kekeringan di Indonesia. Berdasarkan berita oleh Kompas (2014) kekeringan paling banyak terjadi di Pulau Jawa, Nusa Tenggara Timur , dan Nusa Tenggara Barat, adapun provinsi yang paling banyak mengalami kekeringan adalah Jawa Tengah dengan 18 kabupaten/kota, menyusul kemudian Nusa Tenggara Timur dengan 15 kabupaten/kota yang mengalami kekeringan. Kekeringan yang terjadi di Nusa Tenggara Timur akan berdampak kerugian terhadap warga Nusa Tenggara Timur khususnya pada sektor pertanian. Kekeringan tersebut akan menyebabkan terjadinya gagal tanam dan panen, karena sebagian besar kebun dan sawah tadah hujan sangat tergantung pada air. Kekeringan yang terjadi di Provinsi NTT termasuk dalam kekeringan meteorologis karena berkaitan dengan tingkat curah hujan dibawah normal dalam satu musim, dimana

curah hujan merupakan faktor mendasar terjadinya kondisi kekeringan.

Penelitian mengenai analisis kondisi kekeringan ekstrim di NTT sudah ada yang melakukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Inas (2017) tentang pemetaan risiko kekeringan di NTT berdasarkan prediksi return period dengan menggunakan data curah hujan harian dari 9 stasiun yang terdapat di Provinsi NTT yang bertujuan untuk mendapatkan persebaran daerah di NTT yang akan mengalami kekeringan pada periode ulang tertentu. Penelitian yang lainnya yaitu Nuarsa, Adnyana, & As-syakur (2015) yang membuat Pemetaan daerah rawan kekeringan di Bali-Nusa Tenggara dan hubungan dengan ENSO menggunakan aplikasi data penginderaan jauh. Hasil analisis didapatkan bahwa data penginderaan jauh dapat digunakan untuk menganalisis pola spasial kondisi kekeringan di wilayah Bali-Nusa Tenggara.

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kejadian ekstrim kekeringan salah satunya yaitu metode *standardized precipitation index* (SPI) yang pertama kali dikembangkan oleh McKee & Kleist (1993) untuk mendeteksi terjadinya kekeringan dan mengevaluasi tingkat kekeringan berdasarkan nilai dari klasifikasi kekeringan. Metode SPI tersebut dikembangkan untuk meningkatkan deteksi kekeringan ekstrim dan berfungsi sebagai monitor suatu daerah apabila terjadi kekeringan dengan melihat *magnitude* (kekuatan) dari data curah hujan setiap periode dan durasi dari kekeringan yang terjadi di suatu daerah. Kelebihan metode SPI dapat dihitung untuk skala waktu yang berbeda, dapat memberikan peringatan dini kekeringan, dapat membantu menilai tingkat keparahan kekeringan, dan lebih sederhana daripada metode *palmer drought severity index* (Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, 2016). Metode SPI sudah banyak dilakukan oleh para peneliti, misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Inas (2017) yang menggunakan metode SPI untuk menentukan wilayah di NTT yang mengalami kekeringan, begitupun penelitian yang dilakukan oleh Livada & Assimakopoulos (2007) yang menggunakan indeks

SPI untuk mendapatkan wilayah di Greece yang mengalami kekeringan berdasarkan data curah hujan 20 stasiun yang tersebar di wilayah Greece.

Terkait dengan kekeringan yang terjadi di Provinsi NTT tidak terlepas dari faktor penyebab kekeringan. Salah satu faktor yang menyebabkan kekeringan adalah sedikitnya curah hujan di Provinsi NTT. Hujan merupakan peristiwa turunnya air dari langit ke bumi yang disebabkan oleh berbagai faktor yaitu suhu, kecepatan angin, tekanan udara, tekanan permukaan, ketinggian potensial, suhu permukaan laut, rata-rata tekanan permukaan laut, dan *relative humidity*. Salah satu faktor yang dapat digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) untuk meramalkan kondisi curah hujan yaitu suhu permukaan laut. Suhu permukaan laut merupakan variabel yang dapat mengendalikan cuaca dan iklim di wilayah Indonesia. Penelitian mengenai analisis kondisi cuaca berdasarkan komponen suhu permukaan laut dilakukan oleh Estiningtyas, Ramadhani, & Aldrian (2007) yang meneliti tentang korelasi curah hujan dan suhu permukaan laut wilayah Indonesia, Serta implikasinya untuk prakiraan curah hujan (Studi kasus di Cilacap). Hasil penelitiannya didapatkan bahwa suhu permukaan laut di wilayah Indonesia dapat digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan kondisi curah hujan di suatu wilayah.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika mengamati level kondisi atmosfer untuk memprediksi cuaca dengan meliputi faktor yang mempengaruhi kondisi cuaca terhadap atmosfer. Pengamatan terhadap keadaan atmosfer dimulai dari kondisi cuaca di dunia, lalu diperkecil menjadi kondisi cuaca secara spesifik (dalam kasus ini kondisi cuaca Indonesia). Terdapat banyak variabel cuaca yang dipakai untuk memprediksi curah hujan di suatu wilayah, misalnya suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut yang akan digunakan peneliti sebagai variabel untuk memprediksi kondisi cuaca di atmosfer. Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2008) menghasilkan bahwa suhu

permukaan laut dapat menyebabkan terjadinya tingginya curah hujan karena meningkatkan pertumbuhan awan hujan.

Selanjutnya, variabel yang dapat mempengaruhi proses terjadinya curah hujan yaitu rata-rata tekanan permukaan laut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Li, Chambers, & Nicholls (2005) yang meneliti tentang hubungan diantara curah hujan di Australia Barat dan pola global dengan pendekatan variabilitas suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut, dalam penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa rata-rata tekanan permukaan laut memiliki hubungan yang kuat dengan curah hujan di Australia Barat.

Peta komposit untuk masing-masing jenis cuaca ekstrim dibangun dari “target group” yang terbentuk dari suatu *event* (Grotjahn & Faure, 2008). Estimasi rata-rata dan persebaran yang dipilih dalam studi ini adalah *mean* dan standar deviasi. Adapun tujuannya untuk menentukan secara pola meteorologis yang sesuai dengan keseluruhan *event*, sehingga dapat dilakukan identifikasi terhadap area peta komposit yang menunjukkan pola meteorologis berbeda dari pola meteorologis biasanya (Grotjahn & Faure, 2008). Peta komposit dapat memberikan informasi berupa gambaran dari kondisi atmosfer mengenai wilayah-wilayah yang menunjukkan pola meteorologis berbeda dari biasanya terhadap kondisi sebelum terjadinya kekeringan. Penelitian mengenai peta komposit untuk wilayah Indonesia yaitu pada penelitian oleh Ferawati (2015) menggunakan peta komposit untuk menganalisa dan menggambarkan keadaan atmosfer sebelum terjadinya hujan ekstrim di Indramayu dengan peta tersebut mempunyai informasi mengenai zona aktif yang memberikan dampak terhadap hujan ekstrim di indramayu. Pada penyusunan peta komposit dapat menggunakan data anomali yang diperkenalkan dalam penelitian oleh Grotjahn & Faure (2008) meneliti tentang peta komposit dari cuaca ekstrim di Sacramento, California. Dengan menggunakan data anomali pada penyusunan peta komposit akan memberikan akurasi yang tinggi dan dapat mencegah dari kasus bias yang dikarenakan ada pengaruh pola

trend *seasonal* pada data. Pada penelitian oleh Grotjahn & Faure (2008) untuk menentukan zona aktif terhadap suatu kejadian dalam penyusunan peta komposit menggunakan metode *resampling bootstrap*. Menurut Efron & Tibshirani (1993) dengan menggunakan *resampling bootstrap* dapat membebaskan asumsi parametrik dari data asal yang harus dipenuhi dengan cara mencari estimasi *mean* sebanyak *resampling* dan menentukan selang kepercayaan persentil *bootstrap*.

Penelitian kali ini akan menganalisis kondisi variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut di wilayah Indonesia pada saat sebelum terjadinya kekeringan di wilayah Provinsi NTT. Tanggal-tanggal kekeringan yang terjadi di Provinsi NTT akan menjadi informasi yang berguna pada analisis selanjutnya untuk digunakan dalam analisis suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut pada saat terjadinya kekeringan ekstrim di Provinsi NTT. Analisis dilakukan dengan data anomali *mean* dan *median* dengan pendekatan *bootstrap* yang nanti hasil analisisnya dibandingkan dengan *bootstrap* tanpa anomali. Sehubungan dengan itu, penelitian ini menggunakan judul **Peta Komposit Suhu Permukaan Laut dan Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Untuk Kekeringan Di Provinsi Nusa Tenggara Timur Menggunakan *Bootstrap***.

1.2 Rumusan Masalah

Kekeringan yang terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) telah menyebabkan banyak kerugian bagi masyarakat NTT maupun Negara, sehingga diperlukan peta komposit untuk mengetahui wilayah di Indonesia yang menunjukkan pola berbeda dengan pola biasanya terhadap kekeringan di Provinsi NTT berdasarkan variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang digunakan pada penelitian, maka akan didapatkan tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut

1. Menyusun peta komposit variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut pada saat akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT.
2. Menyusun peta komposit yang dihasilkan melalui metode *bootstrap*, *bootstrap* anomali mean, *bootstrap* anomali median pada saat akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian mengenai peta komposit terhadap kekeringan di Provinsi NTT untuk BMKG sebagai peringatan dini terhadap kekeringan di Provinsi NTT dengan memperhatikan variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut yang dapat memberikan zona aktif yaitu wilayah yang menunjukkan pola meteorologis berbeda dari biasanya terhadap kekeringan di Provinsi NTT. Peta yang digunakan dapat di buat untuk daerah-daerah Indonesia yang lain.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini memiliki batasan masalah yaitu peneliti hanya menggunakan data curah hujan harian bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September) selama periode 1999-2015 di 9 pos stasiun pengamatan di Provinsi NTT yaitu Stasiun Komodo, Frans, Fransiskus, Geway, Mali, Umu, Lasiana, Eltari, dan Tardamu. Selanjutnya adalah variabel yang digunakan untuk menggambarkan peta komposit kekeringan di NTT hanya 2 yaitu suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut selama periode 1999-2015.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Standardized Precipitation Index

Penerapan dan pengembangan algoritma SPI diperoleh dari dasar pemikiran yang dikemukakan oleh Gutmann (1999) untuk perhitungan SPI, langkah pertama adalah mencari *probability density function* yang paling tepat menggambarkan distribusi dari data curah hujan dalam beberapa periode waktu. Pola ini diterapkan secara terpisah setiap bulan. *Probability density function* terbaik dapat ditentukan berdasarkan diagram rasio L-momen (Hosking & Wallis, 1997). Maka, *probability density function* gamma dengan dua parameter diterapkan, dan parameter terkait diestimasi menggunakan pendekatan *maximum likelihood* (Mckee & Kleist, 1993) (Sprent & Smeeton, 2001) (Yevjevich, 1972). Skala satuan waktu untuk 1, 3, 6, 12, dan 24 dapat dipilih berdasarkan estimasi *index* yang menampilkan skala waktu terpilih untuk curah hujan yang sedikit. Setiap data set dicocokkan terhadap *probability density function* gamma dengan parameter α dan β untuk menjelaskan hubungan probabilitas curah hujan. Dengan transformasi probabilitas, *cumulative distribution function* gamma menyatu menjadi *cumulative distribution function* yang telah terstandarisasi dengan *mean* nol dan standar deviasi satu. Proses standarisasi memiliki keuntungan dalam konsistensi nilai waktu dari frekuensi *extreme events*. Secara lebih eksplisit variabel random kontinu X mengikuti distribusi gamma jika *probability density function* adalah berikut.

$$g(x_i, \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x_i^{\alpha-1} e^{-x_i/\beta}; i = 1, \dots, n \quad (2.1)$$

untuk $x_i \geq 0$, jika tidak $g(x_i) = 0$,

dimana parameter α dan β memiliki kisaran $\alpha > 0$, $\beta > 0$.

Untuk $\alpha > 0$ fungsi gamma $\Gamma(\alpha)$ dirumuskan sebagai berikut;

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x_i^{\alpha-1} e^{-x_i} dx \quad (2.2)$$

Pengaturan fungsi distribusi gamma terhadap data set membutuhkan parameter α dan β yang diestimasi menggunakan *maximum likelihood* dengan pendekatan yang dilakukan oleh Thom (1958).

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2.3)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (2.4)$$

Dimana untuk n pengamatan

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n}; i = 1, \dots, n \quad (2.5)$$

Menambahkan parameter pada α and β pada *probability density function* tersebut menghasilkan *cumulative distribution function* distribusi Gamma sebagai berikut;

$$G(x_i) = \int_0^{x_i} g(x_i) dx = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}} \Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^{x_i} x_i^{\hat{\alpha}} e^{-x_i/\hat{\beta}} dx \quad (2.6)$$

Jika didefinisikan $t_i = x_i / \hat{\beta}$ persamaan tersebut menjadi fungsi

gamma yang tidak lengkap menjadi $G(x_i) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t_i^{\hat{\alpha}-1} e^{-t_i} dt$.

Karena fungsi gamma tidak terdefinisi untuk $x = 0$, dan $q = P(x = 0)$, dimana $P(x = 0)$ distribusi curah hujan terjadi dari nilai nol, maka probabilitas kumulatif adalah $H(x_i) = q + (1-q)G(x_i)$.

Jika m merupakan jumlah nol dari seluruh time series, maka q dapat diestimasi dengan m/n . Probabilitas kumulatif $H(x_i)$ tersebut kemudian ditransformasikan ke dalam random normal standard variabel Z dengan nilai rata-rata 0 dan variansi 1, nilai

yang diperoleh Z tersebut merupakan nilai SPI. Nilai random normal standar pada variabel Z atau SPI tersebut lebih mudah dengan perhitungan menggunakan aproksimasi sebagai berikut.

$$Z_i = SPI_i = -\left(t_i - \frac{c_0 + c_1 t_i + c_2 t_i^2}{1 + d_1 + d_2 t_i^2 + d_3 t_i^3}\right); i = 1, \dots, n \quad (2.7)$$

Persamaan (2.7) tersebut untuk menghitung SPI atau Z pada

interval $0 < H(x_i) \leq 0,5$ dengan $t_i = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x_i))^2}\right)}$.

Selanjutnya yaitu perhitungan SPI atau Z pada interval

$0,5 < H(x_i) \leq 1,0$ dengan $t_i = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{1 - (H(x_i))^2}\right)}$ sebagai

berikut.

$$Z_i = SPI_i = +\left(t_i - \frac{c_0 + c_1 t_i + c_2 t_i^2}{1 + d_1 + d_2 t_i^2 + d_3 t_i^3}\right); i = 1, \dots, n \quad (2.8)$$

Keterangan :

$c_0 = 2,515517$ $c_1 = 0,802853$ $c_2 = 0,010328$

$d_1 = 1,432788$ $d_2 = 0,189269$ $d_3 = 0,001308$

n = jumlah pengamatan.

Kriteria tingkat kekeringan meteorologis dengan menggunakan metode analisis SPI seperti tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi SPI

SPI Value	Class
$-1.00 \leq SPI \leq 1.00$	Near normal
$-1.50 \leq SPI \leq -1.00$	Moderate dry
$-2.00 \leq SPI \leq -1.50$	Severe dry
$SPI < -2.00$	Extreme dry

Sumber : Mckee & Kleist, 1993.

2.2 Bootstrap

Efron & Tibshirani (1993) *Bootstrap* merupakan metode simulasi pengambilan sampel dari suatu data asal yang dilakukan secara berulang dan dengan pengembalian. *Resampling* secara non parametrik berguna karena tidak ada asumsi yang dipenuhi dari distribusi data asal. Misalkan $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ adalah suatu vektor yang menyatakan suatu sampel data dari data asal dengan fungsi distribusi yang tidak diketahui memiliki statistik $s(x)$, maka setiap data memiliki probabilitas yang sama untuk terambil. Sampel *bootstrap* merupakan sampel random dengan ukuran n yang diambil dari data asal atau X , sehingga didapatkan simulasi *bootstrap* didasarkan pada set data baru $X^*=(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ yang merupakan sampel random. Notasi X^* merupakan hasil *resampling* dari X . Dengan kata lain set data *bootstrap* $X_1^*, X_2^*, \dots, X_B^*$ terdiri atas kombinasi set data asli x_1, x_2, \dots, x_n dengan beberapa sampel.

Setiap pengambilan sampel *bootstrap* akan menghasilkan nilai yang berbeda. Secara teoritis, karena sampel diambil berulang kali maka sifat asimtotis distribusi *bootstrap* akan mendekati distribusi data yang sebenarnya. Metode *resampling bootstrap* untuk mendapatkan selang kepercayaan parameter sampel yang didapatkan dari metode persentil *bootstrap*.

Penduga selang θ diperoleh dengan pendekatan metode persentil *bootstrap*. Setelah diperoleh $\hat{\theta}_b^*$ untuk setiap replikasi, lalu diurutkan sehingga $\hat{\theta}_1^* \leq \hat{\theta}_2^* \leq \dots \leq \hat{\theta}_B^*$. Maka batas atas dan batas bawah selang kepercayaan yaitu
$$\left[\hat{\theta}_{low}, \hat{\theta}_{up} \right] = \left[\hat{\theta}_{B(\alpha/2)}^*, \hat{\theta}_{B(1-\alpha/2)}^* \right].$$
 Sebagai contoh dilakukan pengulangan 1000 kali atau $B = 1000$ dan menggunakan $\alpha = 5\%$, maka batas bawah selang kepercayaan adalah elemen ke-25 dan batas atas selang kepercayaan adalah elemen ke-975 dari barisan

yang telah diurutkan atau jika dinotasikan dalam bentuk formula yaitu $\left[\hat{\theta}_{(25)}, \hat{\theta}_{(975)} \right]$.

Uji hipotesis statistik uji $\hat{\theta}$ dilakukan dengan membandingkan nilai yang didapat dengan selang kepercayaan yang sudah didapatkan. Diambil keputusan menolak H_0 jika nilai yang diuji tidak berada diantara selang kepercayaan.

2.3 Anomali

Anomali pada dasarnya merupakan suatu metode yang mendeteksi deviasi data dari sekumpulan data normal. Menurut Grotjahn & Faure (2001) menyatakan bahwa anomali merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menyakinkan bahwa hasil yang didapatkan tidak bias. Metode anomali dapat memberikan lebih presisi pada peta komposit.

Dalam perhitungan untuk menghitung anomali memiliki beberapa ukuran yang digunakan untuk menghitung anomali yaitu *mean*, *median*, *z-score*, dan *jackknife*. Pada penelitian kali ini akan menggunakan ukuran *mean* dan *median* dalam perhitungan anomali. Berikut ini akan ditampilkan untuk menghitung anomali mean.

$$f'_i(x, y) = f_i(x, y) - Mean_y \quad (2.11)$$

Keterangan :

$f'_i(x, y)$ = Anomali data pengamatan pada tahun ke- x dan bulan ke- y

$f_i(x, y)$ = Data pengamatan pada tahun ke- x dan bulan ke- y

$Mean_y$ = *Mean* data pengamatan bulan ke- y

y = Periode bulanan (1,...,6)

i = 1,...,102

Penghitungan anomali dengan menggunakan median menghasilkan nilai yang lebih sesuai daripada *mean* karena *median* lebih sesuai jika data yang digunakan *skew*, dan lebih

robust terhadap adanya *outlier* (Kawale et al, 2011). Formula dalam perhitungan anomali *median* sama seperti perhitungan anomali *mean* sebagai berikut.

$$f'_i(x, y) = f_i(x, y) - Median_y \quad (2.12)$$

Keterangan :

$f'_i(x, y)$ = Anomali data pengamatan pada tahun ke- x dan bulan ke- y

$f_i(x, y)$ = Data pengamatan pada tahun ke- x dan bulan ke- y

$Median_y$ = *Median* data pengamatan bulan ke- y

y = Periode bulanan (1,...,6)

i = 1,...,102

Dalam perhitungan anomali (y) *mean* maupun *median* dapat didefinisikan sebagai harian, bulanan, tahunan tergantung kebutuhan dari peneliti.

2.4 Suhu Permukaan Laut

Enviromental Protection Agency (2014) Suhu permukaan laut adalah atribut yang penting dalam ilmu oseanografi. Suhu permukaan laut bervariasi terutama terhadap derajat lintang, dengan suhu permukaan terhangat umumnya terletak dekat garis khatulistiwa dan suhu permukaan terdingin terletak di daerah kutub. Dikarenakan laut menyerap panas yang lebih banyak dari daratan, suhu permukaan laut akan meningkat seiring bergantinya pola sirkulasi laut yang membawa arus panas dan dingin.

Enviromental Protection Agency (2014) Suhu Permukaan Laut secara lebih dalam juga dapat dipengaruhi oleh efek perubahan iklim global. Peningkatan suhu permukaan laut berakibat kepada meningkatnya penguapan air laut. Uap air yang dihasilkan dari penguapan air laut menghasilkan curah hujan yang memicu terhadap terjadinya resiko hujan lebat dan hujan salju (lihat inidkator dari curah hujan lebat dan aktivitas badai tropis).

Perubahan suhu permukaan laut juga dapat mengakibatkan pergeseran siklus hujan yang berpotensi dalam menyebabkan kekeringan di sebagian daerah.

2.5 Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut

Rata-rata tekanan permukaan laut merupakan rata-rata tekanan atmosfer (udara) di permukaan laut. Besarnya tekanan atmosfer di permukaan bumi berbeda-beda tergantung dari ketinggian tempat tersebut di permukaan bumi. Semakin dekat posisi tempat tersebut dengan permukaan bumi, maka akan semakin besar tekanannya. Perbedaan tekanan udara inilah yang mengakibatkan berbagai fenomena cuaca seperti angin, topan, badai, dan sebagainya. Tekanan permukaan laut dapat dikaitkan dengan suhu permukaan laut. Jika suhu permukaan laut meningkat, maka tekanan udara berkurang dikarenakan massa udara di permukaan berkurang.

2.6 Peta Komposit

Peta Komposit merupakan sebuah peta yang informatif untuk menggambarkan kejadian yang sama melalui perhitungan *mean* pada variabel yang digunakan untuk wilayah tertentu agar dapat menentukan wilayah pada peta yang menunjukkan pola meteorologis berbeda dari pola biasanya terhadap kejadian (dalam penelitian kali ini yaitu kekeringan ekstrim di provinsi NTT). Grotjahn & Faure (2001) Mengatakan bahwa setiap *grid point* pada peta komposit merupakan *mean* dari beberapa nilai yang distribusinya diketahui.

2.7 Kekeringan Meteorologis

Kekeringan meteorologis merupakan kekeringan yang berkaitan dengan tingkat curah hujan dibawah normal dalam satu musim, dampaknya kelembapan tanah dan jumlah air yang tersimpan lebih rendah dibandingkan kondisi normal (Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007). Kekeringan meteorologis biasanya didasarkan atas tingkat kekeringan (perbandingan antara jumlah normal atau rata-rata) dan lamanya

periode kering. Borger (2001) Tingkat kekeringan meteorologi dibatasi sebagai suatu periode dengan tiga atau lebih bulan kering berturut-turut yaitu bulan dengan curah hujan < 100 mm/bulan dan < 200 mm/tiga bulan. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan adanya indikasi terjadi kekeringan yang pertama.

2.8 Curah Hujan

Curah Hujan merupakan sekumpulan air yang jatuh dari atmosfer ke permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dalam satuan (mm). Dalam arti lain curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Kriteria intensitas hujan menurut laporan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (2010) dapat digolongkan menjadi 4 bagian yaitu hujan ringan dengan intensitas 1-5 mm/jam atau 5-20 mm/hari, hujan sedang dengan intensitas 5-10 mm/jam atau 20-50 mm/hari, hujan lebat dengan intensitas 10-20 mm/jam atau 50-100 mm/hari, dan hujan sangat lebat dengan intensitas hujan lebih dari 20 mm/jam atau lebih dari 100 mm/hari.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu data sekunder yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) berupa data curah hujan harian periode 1999-2015 dan data yang didapatkan dari ERA-Interim di alamat web yaitu www.ecmwf.int berupa data suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut selama periode 1999-2015.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian peta komposit kekeringa ekstrim di NTT adalah sebagai berikut.

1. Data curah hujan harian untuk bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September) dan bulan musim penghujan (January, February, Maret, Oktober, November, dan Desember) selama periode 1999-2015 di Sembilan stasiun pengamatan yang berlokasi di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yaitu Stasiun Komodo, Frans, Fransiskus, Gewaya, Mali, Umbu, Lasiana, Eltari, dan Tardamu.
2. Data suhu permukaan laut (SST) di Indonesia yang terletak pada koordinat 5° LU – 10° LS dan 100° BT – 150° BT untuk bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September) selama periode 1999-2015.
3. Data rata-rata tekanan permukaan laut di Indonesia yang terletak pada koordinat 5° LU – 10° LS dan 100° BT – 150° BT untuk bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September) selama periode 1999-2015.

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan pada penelitian kali ini ada 2 yaitu struktur data curah hujan harian pada bulan musim (kemarau dan penghujan) dan struktur data variabel cuaca (suhu

permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut) masing-masing variabel. Berikut akan ditampilkan struktur data curah hujan harian pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Struktur Data Curah Hujan Harian

Hari	Tanggal	Nama Stasiun (b)				
		Komodo (1)	Frans (2)	...	Eltari (8)	Tardamu (9)
1	1/4/1999	X _{1.1}	X _{1.2}	...	X _{1.8}	X _{1.9}
2	2/4/1999	X _{2.1}	X _{2.2}	...	X _{2.8}	X _{2.9}
...
3111	30/9/2015	X _{3294.1}	X _{3294.2}	...	X _{3294.8}	X _{3294.9}

Keterangan :

X_{a.b} = Data curah hujan harian pada tanggal ke-a dari stasiun ke-b,

a = 1,2,...,3111

b = 1,2,...,9

Selanjutnya struktur data variabel cuaca (suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut) ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data Variabel Cuaca

Bulan	Koordinat						
	5° LU		...		-10° LS		
	100° BT	...	150° BT	...	100° BT	...	150° BT
April 1999	X _{1.1.1}	...	X _{1.1.201}	...	X _{1.61.1}	...	X _{1.61.201}
Mei 1999	X _{2.1.1}	...	X _{2.1.201}	...	X _{2.61.1}	...	X _{2.61.201}
...
Agustus 1999	X _{5.1.1}	...	X _{5.1.201}	...	X _{5.61.1}	...	X _{5.61.201}
September 1999	X _{6.1.1}	...	X _{6.1.201}	...	X _{6.61.1}	...	X _{6.61.201}
...
September 2015	X _{102.1.1}	...	X _{102.1.201}	...	X _{102.61.1}	...	X _{102.61.201}

Keterangan :

X_{ijk} = data Era-Interim pada tanggal ke-i, titik lintang ke-j, dan titik bujur ke-k

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, 102 \\ j &= 1, 2, \dots, 61 \\ k &= 1, 2, \dots, 201 \end{aligned}$$

3.4 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang akan dilakukan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan *pre-processing missing value* dan imputasi *missing value* pada data curah hujan harian untuk 9 stasiun di Provinsi NTT. *Missing value* pada data curah hujan harian yang didapatkan dari BMKG yaitu diberi kode 9999 dan 8888. Pada tahap *pre-processing* imputasi *missing value* akan mengambil data curah hujan harian yang sudah dilakukan imputasi *missing value* oleh Inas (2017) seperti yang disajikan pada Lampiran 2A dan Lampiran 2B.
2. Melakukan *pre-processing* data suhu permukaan laut dan data rata-rata tekanan permukaan laut. Tahap *pre-processing* lebih berfokus pada konversi data yang didapatkan dari data satelit *ecmwf* yang berformat *.nc* untuk dirubah ke dalam bentuk data *time series* melalui software GRADS. Hasil dari konversi melalui software GRADS yaitu file dengan format *.txt* sebanyak titik koordinat *time series* yang digunakan. Selanjutnya yaitu menggabungkan data dari setiap titik koordinat *time series* yang berformat *.txt* melalui *software* supaya menjadi satu data file berformat *.csv* yang memuat keterangan tanggal dan variabel cuaca (suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut) untuk seluruh wilayah Indonesia.
3. Mendeskripsikan data curah hujan harian untuk 6 pulau di Provinsi NTT dalam bentuk bulan di Provinsi NTT selama periode 1999-2015.
4. Menghitung dan mengambil bulan ekstrim kekeringan pada data curah hujan harian pada bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September) untuk 9 stasiun melalui metode SPI.

- a. Mengagregatkan data curah hujan harian menjadi data curah hujan 1 bulan setiap stasiun. Data curah hujan 1 bulan setiap stasiun akan dikonversi menjadi SPI, setelah itu mendeskripsikan data SPI setiap stasiun (9 stasiun).
- b. Mengambil bulan terjadinya kekeringan dari setiap stasiun pengamatan berdasarkan bulan kejadian kekeringan yang diwakili oleh 1 stasiun atau lebih.
5. Membagi lintang dan bujur pada wilayah Indonesia pada koordinat 5° LU – 10° LS dan 100° BT – 150° BT *grid point* yaitu 0,25, Jadi akan terdapat 61 titik lintang, 201 titik bujur, maka total titik koordinat yang digunakan sebanyak 12.261 data *time series* di masing-masing koordinat.
6. Mendeskripsikan data suhu permukaan laut (SST).
7. Menghitung anomali *mean* dan anomali *median* untuk variabel suhu permukaan laut.
 - a. Menghitung *mean* dan *median* untuk setiap bulan dari periode yang diamati.
 - b. Menghitung selisih antara nilai suhu permukaan laut yang dihasilkan dengan vektor *mean* dan vektor *median* pada tanggal yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

Tabel 3.3. Anomali Mean Untuk Setiap Variabel

Bulan	Tahun			Mean
	1999	...	2015	
April	x_1	...	X_{97}	Mean_1
...
Juni	X_3	...	X_{99}	Mean_3
Juli	X_4	...	X_{100}	Mean_4
...
September	X_6	...	X_{102}	Mean_6

Tabel 3.4. Anomali Median Untuk Setiap Variabel

Tanggal	Tahun			Mean
	1999	...	2015	
April	x_1	...	X_{97}	Median ₁
...
Juni	X_3	...	X_{99}	Median ₃
Juli	X_4	...	X_{100}	Median ₄
...
September	X_6	...	X_{102}	Median ₆

- c. Mendeskripsikan data anomaly *mean* dan *median* suhu permukaan laut.
8. Menghitung *mean* suhu permukaan laut pada saat B-2 dan B-1 peristiwa kekeringan di Provinsi NTT.
9. Melakukan *bootstrap* untuk data suhu permukaan laut pada saat B-2 dan B-1 terjadinya kekeringan ekstrim di provinsi NTT.
 - a. Melakukan *resampling bootstrap* pada data suhu permukaan laut dengan mengambil sampel sebanyak jumlah tanggal kekeringan ekstrim yang didapatkan pada langkah ke-3. Proses *resampling* dilakukan sebanyak 1000 kali.
 - b. Menghitung *mean* dari data yang terambil untuk setiap proses *resampling* dan didapatkan vektor *mean bootstrap* berukuran 1000 atau mempunyai *mean* sebanyak 1000. *Mean* dari setiap proses *resampling* diurutkan.
 - c. Menghitung persentil dari vektor *mean bootstrap* pada langkah 9(b) sebagai batas signifikansi. Pada pembuatan batas signifikansi dibutuhkan nilai α . Pertimbangan untuk memilih nilai α berdasarkan penelitian oleh Grotjahn & Faure (2008) yang menggunakan α (1% dan 5%) menunjukkan bahwa dengan menggunakan α tersebut akan menghasilkan variabel cuaca yang signifikan pada suatu daerah dalam pembuatan peta komposit dan penelitian yang lainnya Grotjahn & Faure

(2001) menggunakan α (2% dan 10%). Penelitian kali ini akan menggunakan nilai α (1%, 2%, 5%, dan 10%) dalam pembuatan batas signifikansi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Batas Signifikansi

α	Batas bawah	Batas atas
10%	$\theta_{(50)}$	$\theta_{(950)}$
5%	$\theta_{(25)}$	$\theta_{(975)}$
2%	$\theta_{(10)}$	$\theta_{(990)}$
1%	$\theta_{(5)}$	$\theta_{(995)}$

- d. Melakukan langkah 9(a)-9(c) untuk data suhu permukaan laut tanpa anomali.
10. Mengidentifikasi *active zone* dengan pengujian signifikansi *mean* yang didapatkan pada langkah ke-8 dan membandingkan dengan batas yang didapatkan pada langkah 9(c).
11. Mengulangi langkah 8 – 10 untuk semua titik koordinat.
12. Menyusun peta komposit untuk data suhu permukaan laut di Indonesia pada saat B-2 dan B-1 kekeringan di Provinsi NTT.
13. Mengulangi langkah 8 – 12 untuk data suhu permukaan laut anomaly *mean* dan anomaly *median*.
14. Mengulangi langkah 6 – 13 untuk data rata-rata tekanan permukaan laut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Preprocessing* Data Curah Hujan dan Variabel Cuaca

Provinsi NTT merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang paling sering mengalami kekeringan setelah Jawa Tengah, tercatat bahwa terdapat 15 kabupaten/kota yang mengalami kekeringan. Secara umum, kekeringan yang terjadi di suatu daerah akan berdampak kerugian terhadap warga yang tinggal di suatu daerah khususnya pada sektor pertanian, sehingga diperlukan analisis mengenai kondisi cuaca dan bagaimana memprediksinya untuk meminimumkan dampak kekeringan khususnya di Provinsi NTT.

Data curah hujan harian yang didapatkan dari Website BMKG <http://www.dataonline.bmkg.go.id> selama periode 1999-2015 untuk semua bulan. Setelah data curah hujan harian selama periode 1999-2015 untuk semua bulan didapatkan, selanjutnya yaitu perlu dilakukan analisis *missing value* dan imputasi dikarenakan terdapat data *missing* yang diberi kode 9999 dan 8888. Data *missing* pada Lampiran 1A dan Lampiran 1B yang diberi kode 9999 dan 8888 dihilangkan untuk mempermudah analisis *missing value* dan imputasi. Setelah data kode 9999 dan 8888 dihilangkan, selanjutnya yaitu menghitung berapa persen data *missing* yang terdapat pada data curah hujan harian periode 1999-2015 untuk semua bulan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

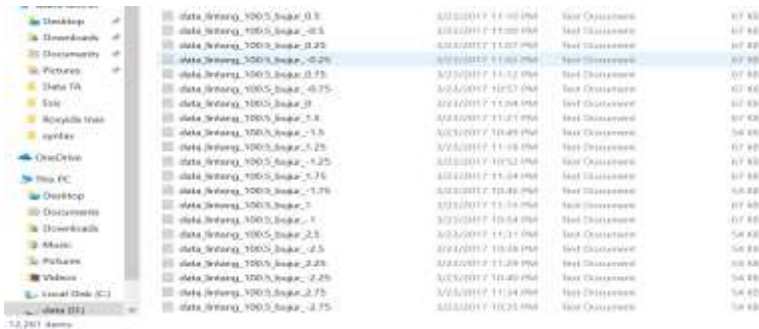
Tabel 4.1 Jumlah Data *Missing* pada Masing-Masing Stasiun

No	Stasiun	% Missing	No	Stasiun	% Missing
1	Komodo	2.80%	6	Umbu	8.70%
2	Frans	12.88%	7	Lasiana	27.89%
3	Fransiskus	29.28%	8	Eltari	16.88%
4	Gewayantana	7.17%	9	Tardamu	10.15%
5	Mali	13.56%			

Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa total data yang digunakan untuk masing-masing stasiun yaitu 6209 dengan stasiun yang memiliki data paling banyak missing yaitu stasiun lasiana dengan *missing* sebesar 27,894991 % dan data paling sedikit missing yaitu stasiun komodo dengan *missing* sebesar 2,802 %. Data hasil imputasi *missing value* didapatkan dari penelitian oleh Inas (2017) seperti yang disajikan pada Lampiran 2A dan Lampiran 2B. Imputasi missing value yang di dalam penelitian Inas (2017) menggunakan metode regresi antara stasiun dengan stasiun terdekatnya dan rata-rata apabila terdapat data *missing* pada tanggal yang sama di dua stasiun yang berdekatan. Hasil data imputasi *missing value* akan digunakan pada analisa statistika deskriptif dan SPI.

Variabel cuaca yang didapatkan dari *ERA-Interim Daily* di alamat Website www.ecmwf.int merupakan data *set* yang berformat .nc, sehingga perlu dikonversi ke format lain agar dapat diolah lebih lanjut. Sebelum melakukan konversi data, data harus terlebih dahulu dibuka di *software* GrADS dan diperiksa kode nama variabelnya dengan memasukan perintah *q file* pada GrADS *prompt* seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 6. Kode untuk suhu permukaan laut yaitu sst dan kode untuk rata-rata tekanan permukaan laut yaitu msl.

Setelah diketahui kode nama variabel yang sesuai, maka proses konversi dapat dilakukan dengan menggunakan *script* yang terdapat di Lampiran 7. Hasil dari konversi ini adalah *file* berformat .txt sebanyak 12.261 *file* dengan masing-masing *file* memiliki informasi data *time series* variabel cuaca yaitu suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut untuk setiap koordinat yang digunakan, seperti yang disajikan pada Gambar 4.1 berikut.



File Name	Size	Modified	Type	Location
data_suhu_1999_suhu_0.3	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_0.5	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_0.75	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_1.0	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_1.25	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_1.5	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_1.75	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_2.0	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_2.25	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_2.5	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB
data_suhu_1999_suhu_2.75	3.111 MB	11/01/1999	Text Document	IT KB

Gambar 4.1 Hasil *Running Software* GrADS

Setelah didapatkan semua *file* berformat .txt, kemudian akan dilakukan penggabungan data dengan menggunakan *script* pada Lampiran 8 yang di *running* di software R. Hasil dari *script* tersebut adalah *file* data yang sudah berformat .csv yang berukuran 3.111x12.261, dengan jumlah baris menunjukkan jumlah hari pengamatan yaitu 3.111 hari dan jumlah kolom menunjukkan jumlah titik koordinat yang digunakan yaitu 12.261. Kolom pertama di *file.csv* adalah tanggal sesuai dengan yang digunakan pada penelitian dimulai dari bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September selama periode 1999 – 2015 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

1	1999-04-01	1999-04-02	1999-04-03	1999-04-04	1999-04-05	1999-04-06	1999-04-07	1999-04-08	1999-04-09	1999-04-10	1999-04-11	1999-04-12	1999-04-13	1999-04-14	1999-04-15	1999-04-16	1999-04-17	1999-04-18	1999-04-19	1999-04-20	1999-04-21	1999-04-22	1999-04-23	1999-04-24	1999-04-25	1999-04-26	1999-04-27	1999-04-28	1999-04-29	1999-04-30	
2	1999-05-01	1999-05-02	1999-05-03	1999-05-04	1999-05-05	1999-05-06	1999-05-07	1999-05-08	1999-05-09	1999-05-10	1999-05-11	1999-05-12	1999-05-13	1999-05-14	1999-05-15	1999-05-16	1999-05-17	1999-05-18	1999-05-19	1999-05-20	1999-05-21	1999-05-22	1999-05-23	1999-05-24	1999-05-25	1999-05-26	1999-05-27	1999-05-28	1999-05-29	1999-05-30	1999-05-31
3	1999-06-01	1999-06-02	1999-06-03	1999-06-04	1999-06-05	1999-06-06	1999-06-07	1999-06-08	1999-06-09	1999-06-10	1999-06-11	1999-06-12	1999-06-13	1999-06-14	1999-06-15	1999-06-16	1999-06-17	1999-06-18	1999-06-19	1999-06-20	1999-06-21	1999-06-22	1999-06-23	1999-06-24	1999-06-25	1999-06-26	1999-06-27	1999-06-28	1999-06-29	1999-06-30	
4	1999-07-01	1999-07-02	1999-07-03	1999-07-04	1999-07-05	1999-07-06	1999-07-07	1999-07-08	1999-07-09	1999-07-10	1999-07-11	1999-07-12	1999-07-13	1999-07-14	1999-07-15	1999-07-16	1999-07-17	1999-07-18	1999-07-19	1999-07-20	1999-07-21	1999-07-22	1999-07-23	1999-07-24	1999-07-25	1999-07-26	1999-07-27	1999-07-28	1999-07-29	1999-07-30	1999-07-31
5	1999-08-01	1999-08-02	1999-08-03	1999-08-04	1999-08-05	1999-08-06	1999-08-07	1999-08-08	1999-08-09	1999-08-10	1999-08-11	1999-08-12	1999-08-13	1999-08-14	1999-08-15	1999-08-16	1999-08-17	1999-08-18	1999-08-19	1999-08-20	1999-08-21	1999-08-22	1999-08-23	1999-08-24	1999-08-25	1999-08-26	1999-08-27	1999-08-28	1999-08-29	1999-08-30	1999-08-31
6	1999-09-01	1999-09-02	1999-09-03	1999-09-04	1999-09-05	1999-09-06	1999-09-07	1999-09-08	1999-09-09	1999-09-10	1999-09-11	1999-09-12	1999-09-13	1999-09-14	1999-09-15	1999-09-16	1999-09-17	1999-09-18	1999-09-19	1999-09-20	1999-09-21	1999-09-22	1999-09-23	1999-09-24	1999-09-25	1999-09-26	1999-09-27	1999-09-28	1999-09-29	1999-09-30	1999-10-01
7	1999-10-02	1999-10-03	1999-10-04	1999-10-05	1999-10-06	1999-10-07	1999-10-08	1999-10-09	1999-10-10	1999-10-11	1999-10-12	1999-10-13	1999-10-14	1999-10-15	1999-10-16	1999-10-17	1999-10-18	1999-10-19	1999-10-20	1999-10-21	1999-10-22	1999-10-23	1999-10-24	1999-10-25	1999-10-26	1999-10-27	1999-10-28	1999-10-29	1999-10-30	1999-10-31	1999-11-01
8	1999-11-02	1999-11-03	1999-11-04	1999-11-05	1999-11-06	1999-11-07	1999-11-08	1999-11-09	1999-11-10	1999-11-11	1999-11-12	1999-11-13	1999-11-14	1999-11-15	1999-11-16	1999-11-17	1999-11-18	1999-11-19	1999-11-20	1999-11-21	1999-11-22	1999-11-23	1999-11-24	1999-11-25	1999-11-26	1999-11-27	1999-11-28	1999-11-29	1999-11-30	1999-12-01	1999-12-02
9	1999-12-03	1999-12-04	1999-12-05	1999-12-06	1999-12-07	1999-12-08	1999-12-09	1999-12-10	1999-12-11	1999-12-12	1999-12-13	1999-12-14	1999-12-15	1999-12-16	1999-12-17	1999-12-18	1999-12-19	1999-12-20	1999-12-21	1999-12-22	1999-12-23	1999-12-24	1999-12-25	1999-12-26	1999-12-27	1999-12-28	1999-12-29	1999-12-30	1999-12-31	2000-01-01	2000-01-02
10	2000-01-03	2000-01-04	2000-01-05	2000-01-06	2000-01-07	2000-01-08	2000-01-09	2000-01-10	2000-01-11	2000-01-12	2000-01-13	2000-01-14	2000-01-15	2000-01-16	2000-01-17	2000-01-18	2000-01-19	2000-01-20	2000-01-21	2000-01-22	2000-01-23	2000-01-24	2000-01-25	2000-01-26	2000-01-27	2000-01-28	2000-01-29	2000-01-30	2000-01-31	2000-02-01	2000-02-02
11	2000-02-03	2000-02-04	2000-02-05	2000-02-06	2000-02-07	2000-02-08	2000-02-09	2000-02-10	2000-02-11	2000-02-12	2000-02-13	2000-02-14	2000-02-15	2000-02-16	2000-02-17	2000-02-18	2000-02-19	2000-02-20	2000-02-21	2000-02-22	2000-02-23	2000-02-24	2000-02-25	2000-02-26	2000-02-27	2000-02-28	2000-02-29	2000-03-01	2000-03-02	2000-03-03	2000-03-04
12	2000-03-05	2000-03-06	2000-03-07	2000-03-08	2000-03-09	2000-03-10	2000-03-11	2000-03-12	2000-03-13	2000-03-14	2000-03-15	2000-03-16	2000-03-17	2000-03-18	2000-03-19	2000-03-20	2000-03-21	2000-03-22	2000-03-23	2000-03-24	2000-03-25	2000-03-26	2000-03-27	2000-03-28	2000-03-29	2000-03-30	2000-03-31	2000-04-01	2000-04-02	2000-04-03	2000-04-04
13	2000-04-05	2000-04-06	2000-04-07	2000-04-08	2000-04-09	2000-04-10	2000-04-11	2000-04-12	2000-04-13	2000-04-14	2000-04-15	2000-04-16	2000-04-17	2000-04-18	2000-04-19	2000-04-20	2000-04-21	2000-04-22	2000-04-23	2000-04-24	2000-04-25	2000-04-26	2000-04-27	2000-04-28	2000-04-29	2000-04-30	2000-05-01	2000-05-02	2000-05-03	2000-05-04	2000-05-05
14	2000-05-06	2000-05-07	2000-05-08	2000-05-09	2000-05-10	2000-05-11	2000-05-12	2000-05-13	2000-05-14	2000-05-15	2000-05-16	2000-05-17	2000-05-18	2000-05-19	2000-05-20	2000-05-21	2000-05-22	2000-05-23	2000-05-24	2000-05-25	2000-05-26	2000-05-27	2000-05-28	2000-05-29	2000-05-30	2000-05-31	2000-06-01	2000-06-02	2000-06-03	2000-06-04	2000-06-05
15	2000-06-06	2000-06-07	2000-06-08	2000-06-09	2000-06-10	2000-06-11	2000-06-12	2000-06-13	2000-06-14	2000-06-15	2000-06-16	2000-06-17	2000-06-18	2000-06-19	2000-06-20	2000-06-21	2000-06-22	2000-06-23	2000-06-24	2000-06-25	2000-06-26	2000-06-27	2000-06-28	2000-06-29	2000-06-30	2000-07-01	2000-07-02	2000-07-03	2000-07-04	2000-07-05	2000-07-06
16	2000-07-07	2000-07-08	2000-07-09	2000-07-10	2000-07-11	2000-07-12	2000-07-13	2000-07-14	2000-07-15	2000-07-16	2000-07-17	2000-07-18	2000-07-19	2000-07-20	2000-07-21	2000-07-22	2000-07-23	2000-07-24	2000-07-25	2000-07-26	2000-07-27	2000-07-28	2000-07-29	2000-07-30	2000-07-31	2000-08-01	2000-08-02	2000-08-03	2000-08-04	2000-08-05	2000-08-06
17	2000-08-07	2000-08-08	2000-08-09	2000-08-10	2000-08-11	2000-08-12	2000-08-13	2000-08-14	2000-08-15	2000-08-16	2000-08-17	2000-08-18	2000-08-19	2000-08-20	2000-08-21	2000-08-22	2000-08-23	2000-08-24	2000-08-25	2000-08-26	2000-08-27	2000-08-28	2000-08-29	2000-08-30	2000-08-31	2000-09-01	2000-09-02	2000-09-03	2000-09-04	2000-09-05	2000-09-06
18	2000-09-07	2000-09-08	2000-09-09	2000-09-10	2000-09-11	2000-09-12	2000-09-13	2000-09-14	2000-09-15	2000-09-16	2000-09-17	2000-09-18	2000-09-19	2000-09-20	2000-09-21	2000-09-22	2000-09-23	2000-09-24	2000-09-25	2000-09-26	2000-09-27	2000-09-28	2000-09-29	2000-09-30	2000-10-01	2000-10-02	2000-10-03	2000-10-04	2000-10-05	2000-10-06	2000-10-07
19	2000-10-08	2000-10-09	2000-10-10	2000-10-11	2000-10-12	2000-10-13	2000-10-14	2000-10-15	2000-10-16	2000-10-17	2000-10-18	2000-10-19	2000-10-20	2000-10-21	2000-10-22	2000-10-23	2000-10-24	2000-10-25	2000-10-26	2000-10-27	2000-10-28	2000-10-29	2000-10-30	2000-10-31	2000-11-01	2000-11-02	2000-11-03	2000-11-04	2000-11-05	2000-11-06	2000-11-07
20	2000-11-08	2000-11-09	2000-11-10	2000-11-11	2000-11-12	2000-11-13	2000-11-14	2000-11-15	2000-11-16	2000-11-17	2000-11-18	2000-11-19	2000-11-20	2000-11-21	2000-11-22	2000-11-23	2000-11-24	2000-11-25	2000-11-26	2000-11-27	2000-11-28	2000-11-29	2000-11-30	2000-12-01	2000-12-02	2000-12-03	2000-12-04	2000-12-05	2000-12-06	2000-12-07	2000-12-08
21	2000-12-09	2000-12-10	2000-12-11	2000-12-12	2000-12-13	2000-12-14	2000-12-15	2000-12-16	2000-12-17	2000-12-18	2000-12-19	2000-12-20	2000-12-21	2000-12-22	2000-12-23	2000-12-24	2000-12-25	2000-12-26	2000-12-27	2000-12-28	2000-12-29	2000-12-30	2000-12-31	2001-01-01	2001-01-02	2001-01-03	2001-01-04	2001-01-05	2001-01-06	2001-01-07	2001-01-08
22	2001-01-09	2001-01-10	2001-01-11	2001-01-12	2001-01-13	2001-01-14	2001-01-15	2001-01-16	2001-01-17	2001-01-18	2001-01-19	2001-01-20	2001-01-21	2001-01-22	2001-01-23	2001-01-24	2001-01-25	2001-01-26	2001-01-27	2001-01-28	2001-01-29	2001-01-30	2001-01-31	2001-02-01	2001-02-02	2001-02-03	2001-02-04	2001-02-05	2001-02-06	2001-02-07	2001-02-08
23	2001-02-09	2001-02-10	2001-02-11	2001-02-12	2001-02-13	2001-02-14	2001-02-15	2001-02-16	2001-02-17	2001-02-18	2001-02-19	2001-02-20	2001-02-21	2001-02-22	2001-02-23	2001-02-24	2001-02-25	2001-02-26	2001-02-27	2001-02-28	2001-02-29	2001-03-01	2001-03-02	2001-03-03	2001-03-04	2001-03-05	2001-03-06	2001-03-07	2001-03-08	2001-03-09	2001-03-10
24	2001-03-12	2001-03-13	2001-03-14	2001-03-15	2001-03-16	2001-03-17	2001-03-18	200																							

laut) dan Lampiran 5 (rata-rata tekanan permukaan laut) dengan urutan koordinat sesuai dengan urutan *file Plain Text Document* (.txt) yang dihasilkan dari *software* GrADS. *File* tersebut merupakan file yang akan digunakan untuk pengolahan data lebih lanjut. Seluruh langkah konversi sampai didapatkan *file.csv* dilakukan untuk variabel cuaca suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut.

Setelah *file.csv* untuk masing-masing variabel cuaca sudah didapatkan, maka data pada variabel cuaca tersebut dikumulatifkan perbulan dikarenakan kejadian kekeringan berlangsung berbulan-bulan misal 1 bulan, 2 bulan, dan seterusnya seperti yang sudah dihitung melalui metode SPI, oleh karena itu dalam penelitian kali ini akan menyusun peta komposit berdasarkan periode waktu perbulan, sehingga data *time series* yang awalnya berjumlah 3.111 hari akan menjadi data *time series* perbulan yang berjumlah 102 bulan.

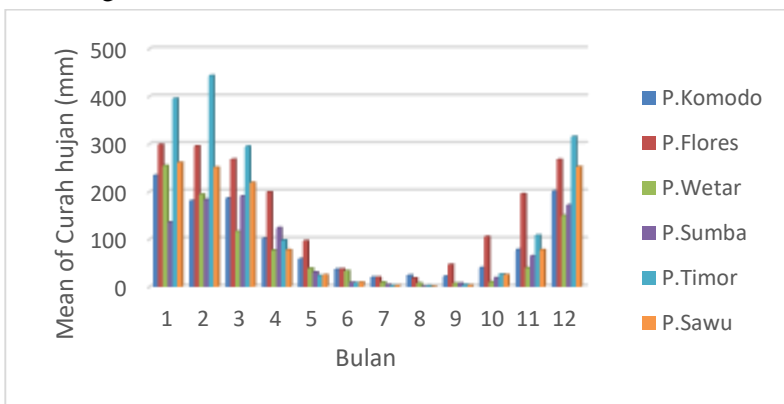
4.2 Statistika Deskriptif Curah Hujan Harian Provinsi NTT

Analisis terhadap curah hujan di Provinsi NTT diperlukan untuk mendapatkan gambaran kondisi curah hujan di Provinsi NTT untuk menentukan bulan-bulan terjadinya kekeringan di Provinsi NTT yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya pada variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut. Data curah hujan harian di Provinsi NTT selama tahun 1999-2015 untuk ke sembilan stasiun dapat dilihat pada Lampiran 2A dan 2B. Provinsi NTT merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terdiri dari beberapa pulau yaitu komodo, sumba, sawu, timor, flores, dan wetar yang dimana setiap pulau memiliki stasiun pengamatan yang digunakan pada penelitian ini, oleh karena itu untuk analisa statistika deskriptif akan dianalisa berdasarkan data curah hujan harian di enam pulau. Ilustrasi pada Gambar 4.3 akan memberikan letak dari stasiun di setiap pulau.



Gambar 4.3 Kepulauan di Provinsi NTT

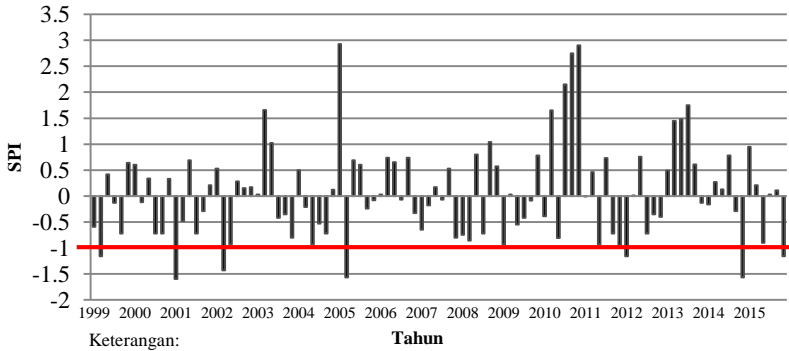
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terdapat pulau yang memiliki stasiun pengamatan, misalnya Pulau Flores terdapat 3 stasiun pengamatan yaitu stasiun Frans, Fransiskus, dan Gewayantara. Dari data curah hujan harian ketiga stasiun tersebut akan dihitung mean curah hujan harian untuk mewakili gambaran pola data curah hujan harian di Pulau Flores, begitupun untuk pulau-pulau lainnya yang akan digunakan pada analisa statistika deskriptif. Statistika deskriptif pada pola curah hujan harian di enam pulau dapat dianalisis menggunakan diagram batang yang didapatkan dari mean curah hujan bulanan untuk setiap pulau selama periode 1999-2015 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.4 Mean Curah Hujan Bulanan di 6 Pulau

Pada Gambar 4.4 menunjukkan mean curah hujan bulanan setiap pulau pada bulan Januari – Desember selama periode 1999–2015. Hasil Gambar 4.4 dapat dianalisa bahwa curah hujan bulanan paling tinggi terjadi pada bulan Januari dan terendah pada bulan Agustus. Pada umumnya di Indonesia terdapat dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau dimana untuk musim hujan yaitu bulan Januari, Februari, Maret, Oktober, November, dan Desember, sedangkan untuk musim kemarau terjadi pada bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September. Pada diagram batang terlihat bahwa terjadi proses pergerakan alam selama periode 1999–2015, seperti pada bulan Oktober yang merupakan bulan musim hujan dimana curah hujan bulanan pada bulan Oktober lebih sedikit daripada bulan April dan Mei yang merupakan bulan-bulan musim kemarau. Berdasarkan diagram batang didapatkan kesimpulan bahwa telah terjadi proses pergeseran alam dari kondisi normalnya, namun penelitian kali ini akan menggunakan bulan-bulan musim kemarau dalam kondisi normalnya yang artinya bulan-bulan yang digunakan pada penyusunan peta komposit yaitu bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus dan September.

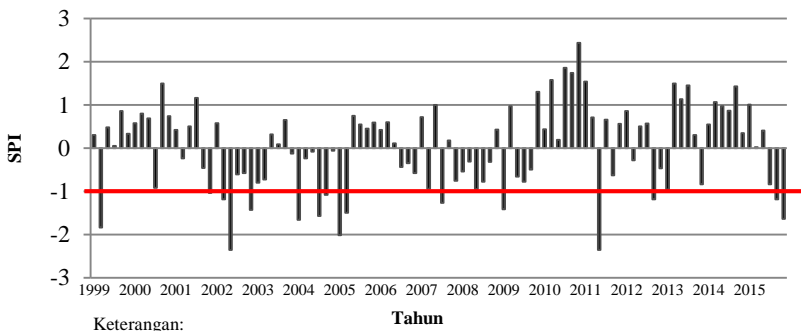
Data curah hujan harian yang sudah dilakukan *preprocessing* akan di agregatkan menjadi data curah hujan 1 bulan setiap stasiun, selanjutnya data curah hujan 1 bulan setiap stasiun dikonversikan ke dalam indeks kekeringan melalui metode SPI dengan bantuan software yang disajikan pada Lampiran 3. Dari hasil konversi akan menghasilkan data baru atau data SPI 1 bulan sebanyak 102 data untuk setiap stasiun pengamatan. Selanjutnya, untuk mengetahui hasil karakteristik SPI setiap bulan pada tahun 1999-2015 di Kupang dan sekitarnya (Stasiun Komodo) dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Garis merah menunjukkan batas bawah nilai SPI dinyatakan mengalami kekeringan

Gambar 4.5 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Komodo pada Tahun 1999-2015

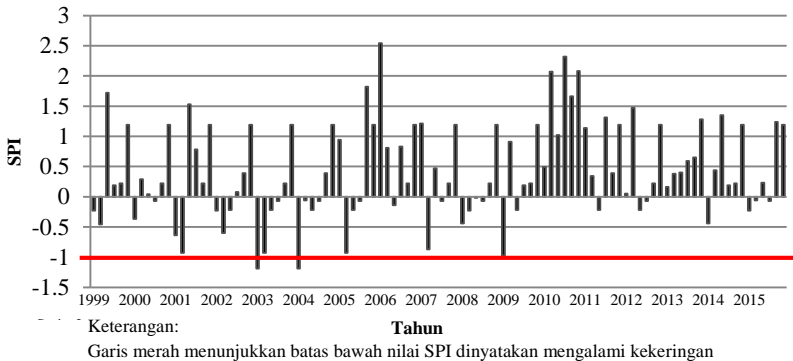
Gambar 4.5 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Komodo yaitu terdapat 7 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terlama terjadi selama 2 bulan yaitu pada bulan (April 2001 – Mei 2001) dan (Mei 2002 – Juni 2002). Kejadian kekeringan tersebut dimulai ketika nilai SPI sama dengan -1 sampai dengan nilai SPI berubah menjadi positif dan memasuki bulan penghujan.



Garis merah menunjukkan batas bawah nilai SPI dinyatakan mengalami kekeringan

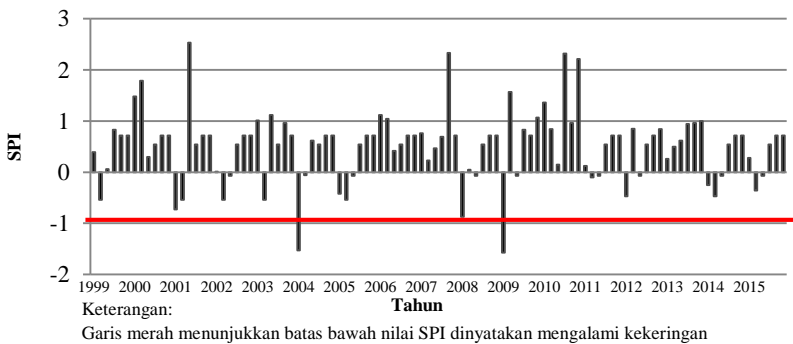
Gambar 4.6 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Frans pada Tahun 1999-2015

Gambar 4.6 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Frans yaitu terdapat 10 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terlama terjadi selama 6 bulan yaitu pada bulan (April 2004 – September 2004).



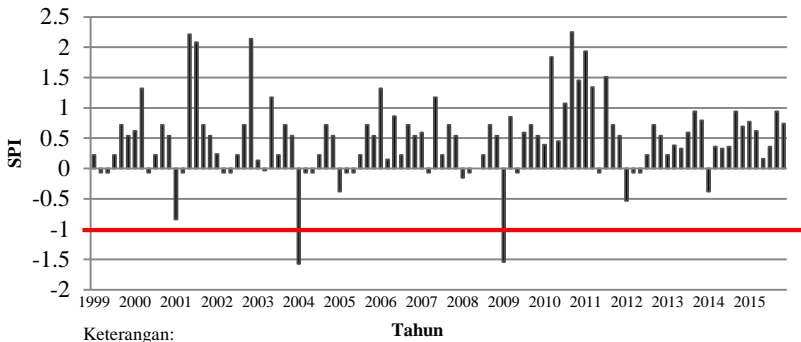
Gambar 4.7 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Gewayantana pada Tahun 1999-2015

Gambar 4.7 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Gewayantana yaitu terdapat 2 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terjadi selama 4 bulan yaitu pada bulan (April 2003 – Juli 2003) dan (April 2004 – Juli 2004).



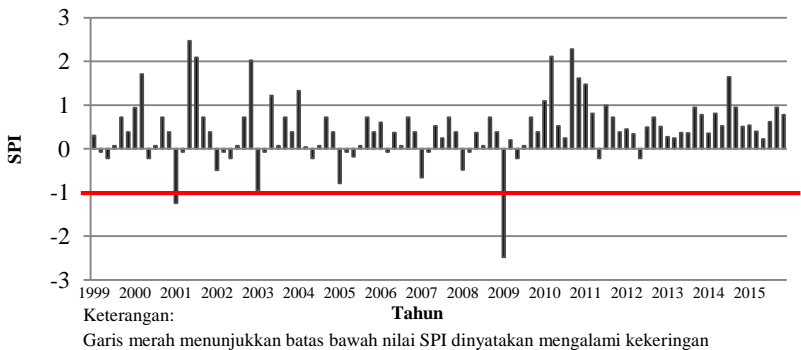
Gambar 4.8 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Umu pada Tahun 1999-2015

Gambar 4.8 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Umbu yaitu terdapat 2 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terlama terjadi selama 2 bulan yaitu pada bulan (April 2004 – Mei 2004).



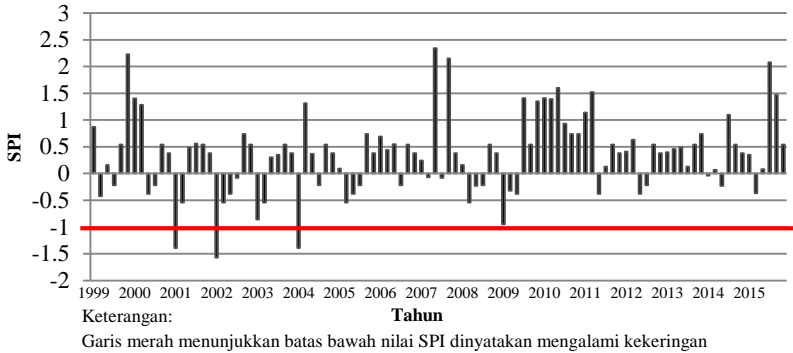
Gambar 4.9 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Lasiana pada Tahun 1999-2015

Gambar 4.9 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Lasiana yaitu terdapat 2 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terlama terjadi selama 3 bulan yaitu pada bulan (April 2004 – Juni 2004).



Gambar 4.10 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Eltari pada Tahun 1999-2015

Gambar 4.10 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Eltari yaitu terdapat 2 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terlama terjadi selama 2 bulan yaitu pada bulan (April 2001 – Mei 2001).



Gambar 4.11 Karakteristik SPI Bulan Kemarau di Stasiun Meteorologi Tardamu pada Tahun 1999-2015

Gambar 4.11 menunjukkan karakteristik SPI 1 bulan pada bulan-bulan musim kemarau di Stasiun Tardamu yaitu terdapat 3 kali *drought duration* (DD) dengan durasi kekeringan terlama terjadi selama 4 bulan yaitu pada bulan (April 2002 – Juli 2002).

Hasil analisis 9 stasiun pengamatan terdapat stasiun yang tidak mengalami kejadian kekeringan dikarenakan tidak ada nilai SPI yang lebih kecil dari -1 yaitu Stasiun Fransiskus dan Stasiun Mali. Stasiun Frans menjadi daerah yang paling banyak mengalami kekeringan untuk kategori sangat kering yaitu 3 kali yaitu pada bulan Juni 2002, April 2005, dan Juni 2011. Sebaliknya, daerah yang paling sedikit (1 kali) mengalami kekeringan untuk kategori sangat kering adalah Stasiun Eltari. Sedangkan stasiun yang sama sekali tidak mengalami kekeringan untuk kategori sangat kering adalah Stasiun Komodo, Gewayantana, Umbu, Lasiana, dan Tardamu.

Penyusunan peta komposit di Provinsi NTT dibutuhkan bulan-bulan kejadian kekeringan di Provinsi NTT untuk mengetahui wilayah Indonesia yang berpengaruh secara

signifikan terhadap kejadian kekeringan. Untuk mengambil bulan-bulan kejadian kekeringan dari 9 stasiun pengamatan yang akan menggambarkan kejadian kekeringan di Provinsi NTT diambil berdasarkan bulan kejadian kekeringan yang diwakili oleh 1 stasiun atau lebih. Dari bulan-bulan musim kemarau selama periode 1999 - 2015 didapatkan 21 kejadian kekeringan di Provinsi NTT yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut.

Tahun	Bulan	Komodo	Frans	Gewa	Umbu	Lasiana	Eltari	Tardamu	Kejadian
1999	Mei	-1.16	-1.84						1
2001	April	-1.6					-1.24	-1.39	2
2001	September		-1.04						3
2002	April							-1.57	4
2002	Mei	-1.43	-1.19						5
2002	Juni		-2.36						6
2002	September		-1.43						7
2003	April			-1.19					8
2004	April		-1.66	-1.19	-1.53	-1.57		-1.39	9
2004	Juli		-1.57						10
2004	Agustus		-1.08						11
2005	April		-2.02						12
2005	Mei	-1.57	-1.5						13
2007	Juli		-1.27						14
2009	April		-1.42		-1.57	-1.54	-2.48		15
2011	Juni		-2.36						16
2012	April	-1.16							17
2012	Agustus		-1.19						18
2014	September	-1.57							19
2015	Agustus		-1.19						20
2015	September	-1.16	-1.64						21

Gambar 4.12 Bulan-Bulan Kejadian Kekeringan di Provinsi NTT

Bulan-bulan yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung mean variabel cuaca pada saat bulan terjadinya kekeringan. Mean variabel cuaca pada saat terjadinya kekeringan disebut dengan mean kekeringan yang nantinya akan dibandingkan dengan mean dari hasil *bootstrap* untuk melihat apakah nilai variabel cuaca pada bulan kejadian kekeringan signifikan apabila dibandingkan dengan nilainya pada bulan biasa.

Variabel cuaca yang digunakan yaitu suhu permukaan laut (Lampiran 4) dan rata-rata tekanan permukaan laut (Lampiran 5) untuk mengamati wilayah Indonesia pada koordinat 5°LU - 10°LS dan 100°BT - 150°BT yang merupakan zona aktif terhadap kekeringan di Provinsi NTT. Jarak antar titik koordinat pengamatan yaitu 0,25° atau jika di ubah ke dalam satuan kilometer yaitu 28 kilometer untuk mendapatkan peta yang semakin tinggi resolusinya, sehingga dinamika variabel cuaca

yang akan diamati di wilayah Indonesia akan semakin nampak. Untuk lebih memahami maksud dari jarak antar titik koordinat, maka akan diberikan ilustrasi seperti yang bisa dilihat pada Gambar 4.13. Gambar 4.13 mengilustrasikan dari titik koordinat yang digunakan sebagai objek penelitian dalam pembuatan peta komposit. Titik koordinat tersebut merupakan titik perpotongan antara garis bujur dan garis lintang, secara keseluruhan terdapat 12.261 titik koordinat pengamatan, masing-masing untuk variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut. Setiap titik koordinat terdapat 102 bulan data time series variabel cuaca (suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut) pada bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September) selama periode 1999 - 2015.



Gambar 4.13 Ilustrasi Grid

4.3 Peta Komposit Suhu Permukaan Laut

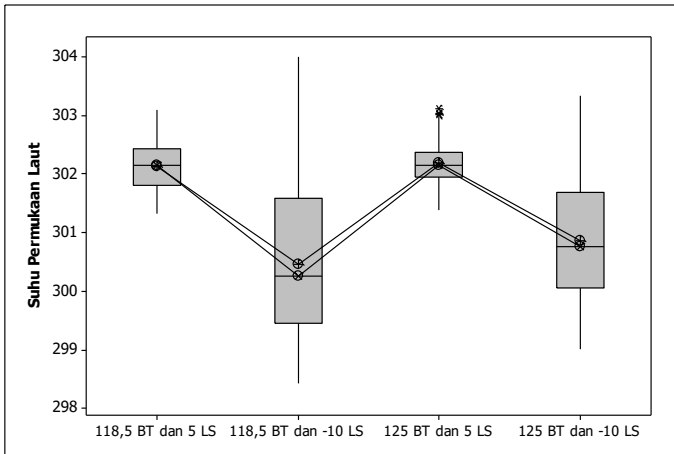
Suhu permukaan laut merupakan salah satu faktor yang dapat digunakan untuk memprediksi kekeringan di suatu daerah berdasarkan tinggi rendahnya curah hujan yang terjadi di daerah tersebut, sehingga diperlukan peta komposit untuk menggambarkan kondisi wilayah Indonesia yang menunjukkan zona aktif yaitu wilayah yang menunjukkan pola berbeda dari biasanya terhadap kejadian kekeringan di Provinsi NTT. Pada penelitian ini akan menyusun peta komposit suhu permukaan laut

di Indonesia pada B-1 untuk menggambarkan kondisi suhu permukaan laut 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT dan B-2 untuk menggambarkan kondisi suhu permukaan laut 2 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT pada bulan-bulan musim kemarau (April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September). Analisis mengenai kondisi cuaca di atmosfer tidak bisa dilihat secara vertikal hanya berdasarkan titik koordinat provinsi tersebut. Diketahui bahwa koordinat Provinsi NTT yaitu 6° - 12° LS dan 118° - 125° BT, lalu dari koordinat tersebut akan mengambil 4 titik koordinat untuk menggambarkan wilayah Provinsi NTT yaitu 5° LS dan $118,5^{\circ}$ BT, 5° LS dan 125° BT, -10° LS dan $118,5^{\circ}$ BT, dan -10° LS dan 125° BT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Koordinat disekitar Provinsi NTT

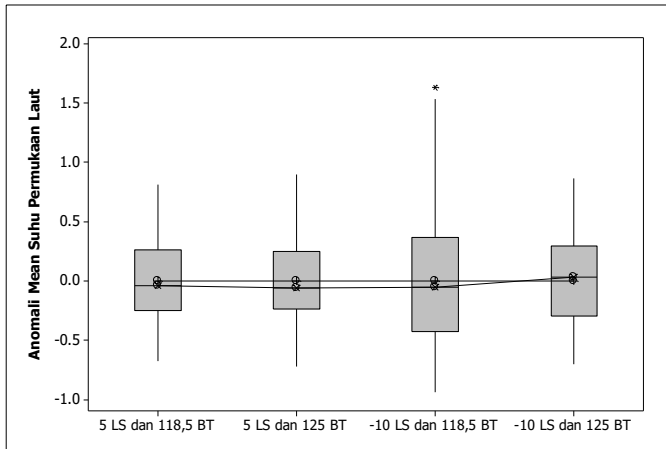
Dari 4 titik koordinat akan didapatkan nilai suhu permukaan laut disekitar Provinsi NTT. Gambar Berikut ini akan menyajikan boxplot variabel suhu permukaan laut pada 4 titik koordinat.



Gambar 4.15 Box Plot Suhu Permukaan Laut Koordinat disekitar Provinsi NTT

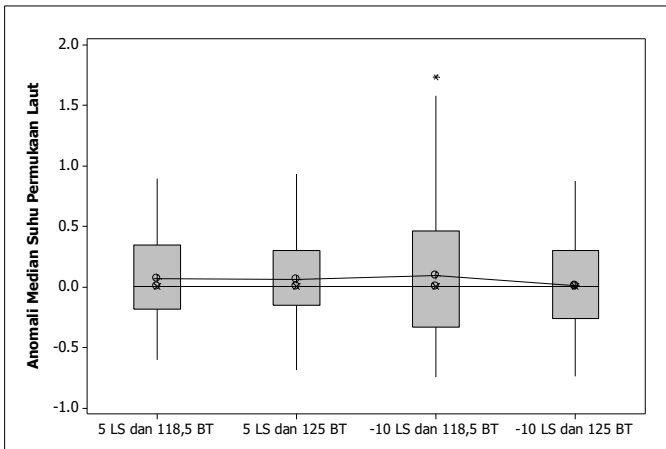
Gambar 4.15 menunjukkan bahwa suhu permukaan laut di sekitar Provinsi NTT bervariasi dengan titik koordinat 118,5° BT dan -10° LS memiliki suhu permukaan laut tertinggi. Dari boxplot yang didapatkan terlihat bahwa suhu permukaan laut di 4 titik koordinat cenderung skew dengan jarak antara Q1, Q2, dan Q3 jauh berbeda.

Anomali merupakan suatu metode yang mencari sebuah data menyimpang dari sekumpulan data normal. Grotjahn & Faure (2001) menyatakan bahwa anomali merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menyakinkan bahwa hasil yang didapatkan tidak bias. Metode anomali dapat memberikan lebih presisi pada peta komposit, sehingga penyusunan peta komposit juga disusun dengan menggunakan data anomali mean dan anomali median. Perhitungan untuk mendapatkan data anomali sudah dijelaskan pada langkah penelitian di Bab 3. Setelah didapatkan data anomali mean dan median untuk suhu permukaan laut, maka akan dibuat boxplot data anomali mean dan anomali median untuk suhu permukaan laut yang disajikan pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17 berikut.



Gambar 4.16 Box Plot Suhu Permukaan Laut Anomali Mean Koordinat disekitar Provinsi NTT

Gambar 4.16 merupakan data suhu permukaan laut yang sudah dikurangi meannya menunjukkan setiap sebaran nilai suhu permukaan laut di sekitar Provinsi NTT sudah berada di rentang yang sama. Selanjutnya yaitu boxplot data anomali median suhu permukaan laut.



Gambar 4.17 Box Plot Suhu Permukaan Laut Anomali Median Koordinat disekitar Provinsi NTT

Begitu pun dengan pendekatan anomali median bahwa data suhu permukaan laut dikurangi dengan medianya akan menghasilkan nilai yang relatif seragam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17. Data suhu permukaan laut yang melalui metode anomali mean dan median akan disebut data anomali mean dan data anomali median.

Penyusunan peta komposit pada variabel suhu permukaan laut diawali dengan *bootstrap* untuk data tanpa anomali, data anomali mean, dan anomali median. Proses penyusunan peta komposit di Indonesia dilakukan terlebih dahulu pada B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dan dilanjutkan dengan menyusun peta pada B-1 kejadian kekeringan untuk menggambarkan pola pergerakan suhu permukaan laut di titik koordinat yang mengalami zona aktif saat mendekati kejadian kekeringan di Provinsi NTT.

Pada penelitian ini akan dihitung mean suhu permukaan laut untuk B-2 dan B-1 kejadian kekeringan di Provinsi NTT. Ilustrasi proses mengitung mean kekeringan untuk suhu permukaan laut akan mengambil contoh B-1 sebelum kejadian kekeringan di Provinsi NTT. Misal dari hasil SPI yang sudah didapatkan bahwa kekeringan terjadi pada bulan September 2002, maka data variabel suhu permukaan laut yang akan digunakan adalah data suhu permukaan laut mulai dari 1 bulan sebelumnya yaitu bulan Agustus 2002. Mean yang dihitung dari B-1 kejadian kekeringan disebut sebagai mean kekeringan yang akan digunakan sebagai statistik uji. Statistik uji yang didapatkan akan digunakan pada langkah proses pengujian dengan selang kepercayaan persentil *resampling bootstrap*. Berikut ini hipotesis pengujian dengan selang kepercayaan persentil *resampling bootstrap*.

Hipotesis :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (rata-rata curah hujan bulanan sebelum kekeringan sama dengan rata-rata curah hujan bulanan biasanya)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (rata-rata curah hujan bulanan sebelum kekeringan tidak sama dengan rata-rata curah hujan bulanan biasanya)

Keputusan : Menolak H_0 jika nilai yang diuji tidak berada di selang kepercayaan.

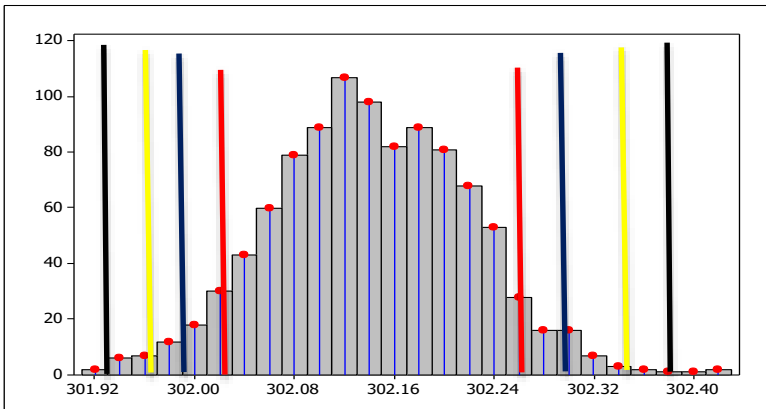
Bootstrap merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk menyusun selang kepercayaan pada variabel cuaca dan batas signifikansi berdasarkan α yang digunakan. Batas α yang digunakan pada penelitian kali ini seperti yang sudah dicantumkan pada langkah penelitian di Bab 3 yaitu 1%, 2%, 5%, dan 10%. *Resampling bootstrap* dilakukan sebanyak 1000 kali dengan mengambil data sebanyak 21 sampel (bulan) setiap *resampling*. 21 sampel yang digunakan untuk setiap *resampling* didapatkan berdasarkan bulan kejadian kekeringan di Provinsi NTT yang akan dipakai untuk mendapatkan mean variabel suhu permukaan laut pada bulan biasa di bulan musim kemarau. Hasil dari *resampling bootstrap* sebanyak 1000 kali yaitu 1000 mean variabel suhu permukaan laut, kemudian 1000 mean variabel suhu permukaan laut tersebut diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar untuk menyusun selang kepercayaan dengan metode *persentil*, kemudian dari selang kepercayaan tersebut akan diambil batas signifikansi sesuai dengan α yang sudah ditetapkan. Batas signifikansi yang digunakan untuk mendapatkan hasil apakah mean variabel suhu permukaan laut pada saat sebelum kejadian kekeringan di Provinsi NTT akan sama seperti mean variabel suhu permukaan laut pada bulan biasa di musim kemarau. Proses pengujian dengan selang kepercayaan metode *persentil bootstrap* menggunakan α sebesar 1%, 2%, 5%, dan 10%. Karena terdapat 8 batas signifikansi, maka ada 8 jenis warna yang akan digunakan untuk memberikan warna pada peta komposit. Jenis warna yang digunakan pada penelitian kali dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Jenis Warna Peta Komposit

Jenis Warna			
$\hat{\theta} < \theta_5$	$\theta_5 < \hat{\theta} < \theta_{10}$	$\theta_{10} < \hat{\theta} < \theta_{25}$	$\theta_{25} < \hat{\theta} < \theta_{50}$
$\theta_{950} < \hat{\theta} < \theta_{975}$	$\theta_{975} < \hat{\theta} < \theta_{990}$	$\theta_{990} < \hat{\theta} < \theta_{995}$	$\hat{\theta} > \theta_{995}$

Tabel 4.2 merupakan jenis warna yang memberikan warna dalam penyusunan peta komposit berdasarkan signifikansi selang kepercayaan persentil. Misalnya jika titik koordinat 118,5° BT dan 5° LS signifikan pada $\theta_{25} < \hat{\theta} < \theta_{50}$, maka variabel cuaca di titik koordinat tersebut rendah dan memberikan warna hijau tua pada peta komposit di titik koordinat tersebut.

Proses awal *resampling bootstrap* dari mendapatkan 1000 mean variabel suhu permukaan laut sampai proses pengujian apakah mean variabel suhu permukaan laut pada bulan kekeringan akan sama dengan mean variabel suhu permukaan laut pada bulan biasa di musim kemarau dilakukan sebanyak titik koordinat yang digunakan yaitu terdapat 12261 titik koordinat. Hasil proses *bootstrap* untuk suhu permukaan laut akan diambil satu titik koordinat yang akan digunakan sebagai contoh proses *resampling bootstrap* variabel suhu permukaan laut pada B-1 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dan titik koordinat yang disajikan sebagai contoh yaitu 118,5° BT dan 5° LS.

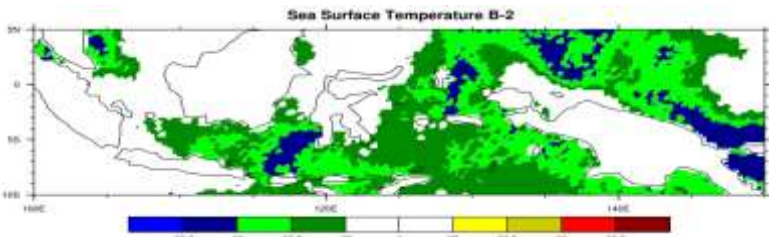


Gambar 4.18 Histogram Bootstrap Suhu Permukaan Laut B-1 118,5° BT dan 5° LS

Gambar 4.18 menunjukkan hasil proses *bootstrap* tanpa anomali yang cenderung normal. Hasil dari *bootstrap* dapat digunakan untuk menyimpulkan apakah mean suhu permukaan laut pada B-1 kekeringan Provinsi NTT di titik koordinat 118,5°

BT dan 5° LS signifikan berdasarkan selang kepercayaan persentil. Batas signifikansi pada α sebesar 1% (warna hitam) akan memiliki nilai batas bawah ($1000(1\%/2)$) dan batas atas ($1000(1-1\%/2)$) masing-masing yaitu 301,9396 dan 302,3514, α sebesar 2% (warna kuning) memiliki nilai batas bawah dan batas atas masing-masing yaitu 301,9571 dan 302,3283, α sebesar 5% (warna dark blue) memiliki nilai batas bawah dan batas atas masing-masing yaitu 301,9869 dan 302,2975, dan α sebesar 10% (warna red) memiliki nilai batas bawah dan batas atas masing-masing yaitu 302,0173 dan 302,2685. Nilai mean suhu permukaan laut pada B-1 kekeringan di Provinsi NTT yaitu 302,0097. Nilai mean suhu permukaan laut tersebut tidak berada di selang kepercayaan untuk α (10%), sehingga suhu permukaan laut di titik koordinat tersebut signifikan pada level 10%.

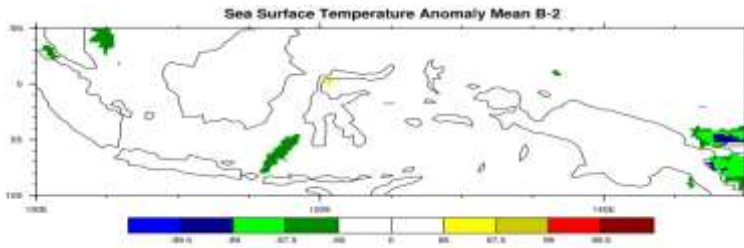
Peta komposit data suhu permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dengan data tanpa anomali disajikan pada Gambar 4.19 berikut.



Gambar 4.19 Peta Komposit Data Tanpa Anomali Suhu Permukaan Laut B-2

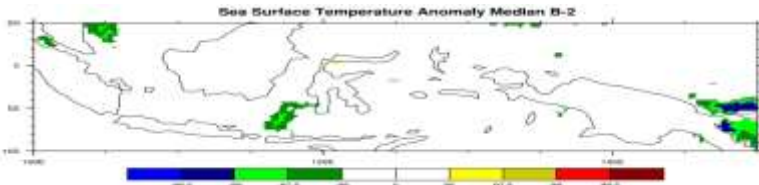
Gambar 4.19 menunjukkan peta komposit dari suhu permukaan laut di Indonesia 2 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT. Peta komposit terlihat bahwa hampir semua wilayah laut di Indonesia memiliki nilai suhu permukaan laut yang rendah atau dingin, namun peta komposit yang dihasilkan dari data tanpa anomali belum menunjukkan peta yang bagus untuk dijadikan sebagai gambaran kekeringan dikarenakan banyak wilayah di Indonesia yang menunjukkan zona aktif. Zona aktif merupakan wilayah yang menunjukkan pola berbeda dari biasanya.

Peta komposit suhu permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT yang disajikan Gambar 4.19 tidak terlalu bagus, sehingga diperlukan peta komposit dengan data anomali dalam penyusunan peta komposit untuk mencegah adanya bias pada data dan memberikan peta yang lebih presisi. Berikut akan disajikan peta komposit suhu permukaan laut di Indonesia 2 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT dengan data anomali mean.



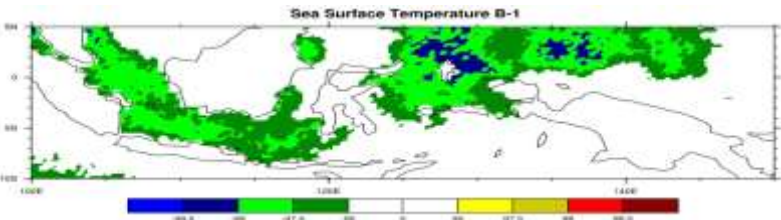
Gambar 4.20 Peta Komposit Data Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-2

Gambar 4.20 menunjukkan peta komposit dari suhu permukaan laut di Indonesia 2 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT dengan data anomali mean. Peta komposit yang dihasilkan Gambar 4.20 terlihat bahwa zona aktif sudah lebih fokus daripada Gambar 4.19, sehingga peta komposit yang dihasilkan sudah bagus. Peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali mean menunjukkan bahwa suhu permukaan laut di wilayah sekitar Singapore, Papua New Guinea, dan daerah di atas NTB rendah atau dingin yang artinya apabila suhu permukaan laut di daerah yang menunjukkan zona aktif dingin, maka 2 bulan kemudian akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT. Selanjutnya peta komposit suhu permukaan laut 2 bulan sebelum kekeringan di NTT dengan data anomali median disajikan pada Gambar 4.21 berikut.



Gambar 4.21 Peta Komposit Data Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-2

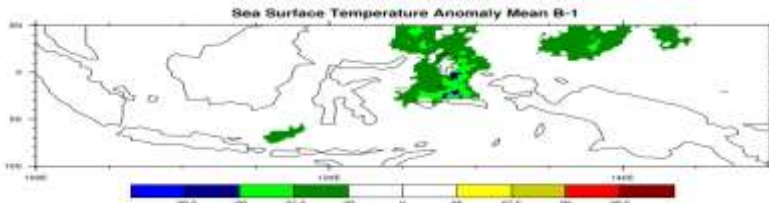
Peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali median hampir tidak ada perbedaan zona aktif seperti peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali mean yang artinya bahwa peta komposit yang disajikan Gambar 4.21 memiliki zona aktif yang hampir sama dengan zona aktif yang ditunjukkan pada Gambar 4.20. Zona aktif pada Gambar 4.21 yaitu wilayah sekitar Singapore, Papua New Guinea, dan daerah di atas NTB dingin. Selanjutnya peta komposit suhu permukaan laut B-1 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dengan menggunakan data tanpa anomali disajikan pada Gambar 4.22 berikut.



Gambar 4.22 Peta Komposit Data Tanpa Anomali Suhu Permukaan Laut B-1

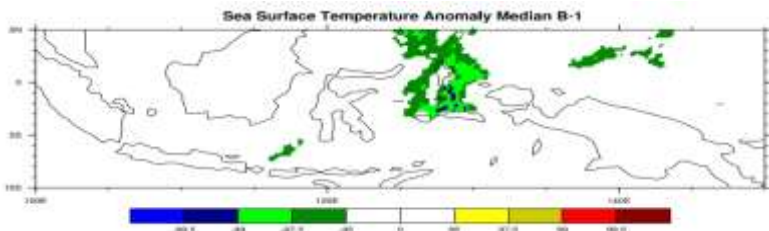
Gambar 4.22 menunjukkan peta komposit dari suhu permukaan laut di Indonesia 1 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT. Peta komposit terlihat bahwa laut di atas Sumatra, Jawa, Singapore, dan di bawah Kalimantan memiliki nilai suhu permukaan laut yang dingin. Pergerakan cuaca dari B-2 ke B-1 terjadinya kekeringan di Provinsi NTT nampak mengalami perubahan zona aktif contohnya seperti di sekitar Papua dan Papua New Guinea pada 2 bulan sebelum kekeringan di NTT nilai suhu permukaan laut di sekitar Papua dan Papua

New Guinea menunjukkan zona aktif dingin, namun pada saat 1 bulan sebelum kekeringan daerah di sekitar Papua dan Papua New Guinea tidak memberikan zona aktif untuk memberikan sinyal akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT. Peta komposit suhu permukaan laut 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT dengan data anomali mean akan disajikan pada Gambar 4.23 berikut.



Gambar 4.23 Peta Komposit Data Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-1

Peta komposit dengan data anomali mean yang ditunjukkan Gambar 4.23 menampilkan zona aktif peta komposit dari variabel suhu permukaan laut di Indonesia 1 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT. Peta yang dihasilkan dapat dijadikan acuan untuk memprediksi kejadian kekeringan di NTT misalnya dari hasil peta komposit 1 bulan sebelum kejadian dengan data anomali mean memiliki hasil bahwa zona aktif ditunjukkan pada daerah diatas pulau NTB, di sekitar pulau Ternate dan Ambon, dan diatas Papua dengan kondisi suhu permukaan laut pada zona aktif tersebut dingin. Berikut yaitu peta komposit dengan data anomali median yang disajikan Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Peta Komposit Data Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-1

Gambar 4.24 merupakan peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali median 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan nampak hampir tidak ada perbedaan zona aktif seperti peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali mean. Dari hasil peta komposit 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan dengan data anomali median zona aktif ditunjukkan pada daerah diatas NTB, di sekitar pulau Ternate dan Ambon, dan diatas Papua dengan kondisi suhu permukaan laut dingin.

Pengukuran tingkat akurasi untuk peta komposit suhu permukaan laut pada setiap waktu yang dihasilkan terdapat 2 pendekatan yaitu *MSE (mean square error)* antara setiap tanggal ekstrim dengan rata-rata dari 1000 *mean resampling bootstrap*. Pendekatan lainnya yaitu uji signifikansi setiap bulan kekeringan dengan interval *resampling bootstrap*. Berikut akan disajikan tingkat akurasi melalui pendekatan *MSE* untuk peta komposit suhu permukaan laut B-2 setiap bulan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *MSE* Suhu Permukaan Laut B-2

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
April 1999	4.711187709	September 2004	5.66522273
September 2000	1.51190987	April 2005	2.728970166
Agustus 2001	0.571088038	Juni 2007	1.075462178
September 2001	1.687424919	September 2008	3.823021958
April 2002	0.42472343	Mei 2011	3.381524964
Mei 2002	5.353554989	September 2011	4.211983519
Agustus 2002	1.341152359	Juli 2012	0.34194787
September 2002	2.534225143	Agustus 2014	1.257022905
September 2003	3.874020292	Juli 2015	0.389488783
Juni 2004	3.224355741	Agustus 2015	2.822112153
Juli 2004	0.349370838		

Tabel 4.3 menampilkan *MSE* untuk suhu permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT pada setiap bulan. Nilai *MSE* paling besar yaitu terjadi pada bulan September 2004 dengan nilai *MSE* sebesar 5,665%, dan terkecil yaitu pada bulan Juli 2012 dengan nilai *MSE* sebesar 0,341%. Nilai *MSE* untuk peta komposit suhu permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provnsi NTT menunjukan nilai yang relatif kecil pada setiap

bulan, sehingga peta komposit yang dihasilkan memiliki nilai akurasi yang tinggi. Hasil analisis peta komposit suhu permukaan laut yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran 9. Pendekatan lainnya untuk mendapatkan akurasi peta komposit suhu permukaan laut yaitu melalui uji signifikansi setiap bulan terjadinya kekeringan dengan interval 1000 *mean resampling bootstrap*. Penentuan tingkat akurasi ditentukan melalui proses pengujian apakah variabel suhu permukaan laut untuk setiap bulan kekeringan akan sama dengan rata-rata variabel suhu permukaan laut pada bulan biasa di musim kemarau. Berikut akan disajikan di Tabel 4.4 dengan mengambil 1 titik koordinat yang digunakan sebagai contoh yaitu di koordinat 5° LS dan 118,5° BT.

Tabel 4.4 Nilai Akurasi Suhu Permukaan Laut di Koordinat 5° LS dan 118,5° BT

Suhu Permukaan Laut		
Data	B-1	B-2
Tanpa Anomali(%)	57.14285714	57.14285714
Anomali Mean (%)	100	100
Anomali Median(%)	100	100

Tabel 4.4 menunjukkan nilai akurasi suhu permukaan laut pada 1 bulan sebelum kejadian kekeringan dan 2 bulan sebelum kejadian kekeringan di Provinsi NTT untuk data asli, data anomali mean, dan data anomali median. Proses pengujian berdasarkan uji signifikansi antara nilai suhu permukaan laut pada bulan terjadinya kekeringan dengan interval *resampling bootstrap* didapatkan hasil bahwa akurasi B-1 dan B-2 untuk data asli memberikan akurasi yang sama sebesar 57,14%, sedangkan untuk data anomali mean dan anomali median memberikan akurasi sebesar 100%. Proses pengujian dilakukan untuk semua titik koordinat.

Perbandingan banyaknya jumlah titik koordinat yang signifikan antara data tanpa anomali, data anomali mean, dan data anomali median yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jumlah Titik Signifikan Suhu Permukaan Laut

Suhu Permukaan Laut				
Batas signifikansi	Tanpa Anomali	Anomali Mean	Anomali Median	Kejadian
$\hat{\theta} < \theta_5$	101	11	15	B-1
$\theta_5 < \hat{\theta} < \theta_{10}$	472	40	32	
$\theta_{10} < \hat{\theta} < \theta_{25}$	1871	218	195	
$\theta_{25} < \hat{\theta} < \theta_{50}$	1744	900	566	
$\theta_{950} < \hat{\theta} < \theta_{975}$	0	0	0	
$\theta_{975} < \hat{\theta} < \theta_{990}$	0	0	0	
$\theta_{990} < \hat{\theta} < \theta_{995}$	0	0	0	
$\hat{\theta} > \theta_{995}$	0	0	0	

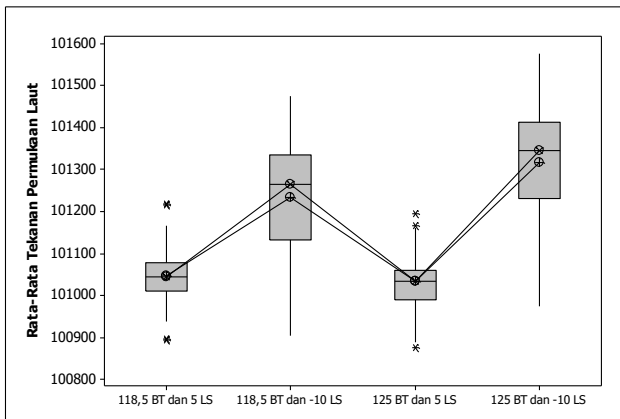
Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat perbandingan banyaknya titik yang signifikan dalam penyusunan peta komposit suhu permukaan laut 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT antara data tanpa anomali, data anomali mean, dan data anomali median. Hasil perbandingan Tabel 4.5 menunjukkan terjadi perubahan titik signifikan antara data tanpa anomali dengan data anomali (mean atau median) misalnya seperti batas signifikansi $\hat{\theta} < \theta_5$ terdapat 101 titik signifikan untuk data tanpa anomali, 11 signifikan untuk data anomali mean, dan 15 titik signifikan untuk data anomali median, sehingga dengan menggunakan data anomali dapat mencegah dari kasus bias dalam penyusunan peta komposit.

4.4 Peta Komposit Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut

Rata-rata permukaan laut merupakan rata-rata tekanan udara di atas tekanan permukaan laut, serta dapat digunakan sebagai faktor untuk memprediksikan kekeringan. Diketahui bahwa rata-rata tekanan permukaan laut memiliki hubungan yang terbalik dengan suhu permukaan laut, jika suhu permukaan laut dingin (rendah), maka rata-rata tekanan permukaan laut akan tinggi. Hasil analisis peta komposit suhu permukaan laut didapatkan bahwa suhu permukaan laut di beberapa wilayah Indonesia pada saat akan terjadi kekeringan di NTT dingin yang artinya rata-rata tekanan permukaan laut di wilayah Indonesia akan tinggi,

sehingga hasil analisis peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut akan tinggi. Proses penyusunan peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut sama seperti suhu permukaan laut yang dimulai dari box plot data tanpa anomali, anomali mean, dan anomali median dilanjutkan dengan *bootstrap* B-2 dan B-1 untuk mendapatkan zona aktif sebelum kekeringan di Provinsi NTT berdasarkan level yang diberikan, dan menyusun peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut pada B-2 dan B-1.

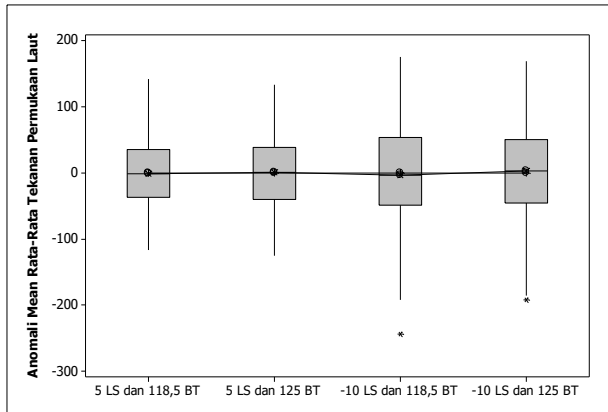
Dari 4 titik koordinat akan didapatkan nilai rata-rata tekanan permukaan laut disekitar Provinsi NTT. Gambar 4.25 Berikut ini akan menyajikan boxplot variabel rata-rata tekanan permukaan laut pada 4 titik koordinat.



Gambar 4.25 Box Plot Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Koordinat disekitar Provinsi NTT

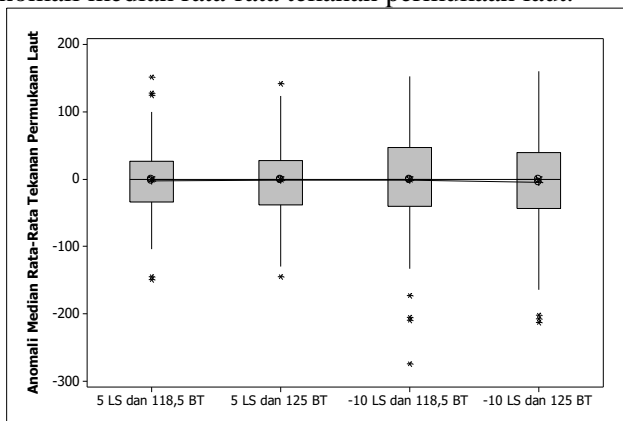
Gambar 4.25 menunjukkan bahwa rata-rata permukaan laut di sekitar Provinsi NTT bervariasi dengan titik koordinat 118° BT dan -10° LS memiliki rata-rata tekanan permukaan laut tertinggi. Dari boxplot yang didapatkan terlihat bahwa rata-rata tekanan permukaan laut di 4 titik koordinat cenderung skew dengan jarak antara Q1, Q2, dan Q3 jauh berbeda.

Selanjutnya boxplot data anomali mean dan anomali median untuk rata-rata tekanan permukaan laut yang disajikan pada Gambar 4.26 Dan Gambar 4.27 berikut.



Gambar 4.26 Box Plot Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Anomali Mean Koordinat disekitar Provinsi NTT

Gambar 4.26 merupakan data rata-rata tekanan permukaan laut yang sudah dikurangi meannya menunjukkan setiap sebaran nilai rata-rata tekanan permukaan laut di sekitar Provinsi NTT sudah berada di rentang yang sama. Selanjutnya yaitu boxplot data anomali median rata-rata tekanan permukaan laut.



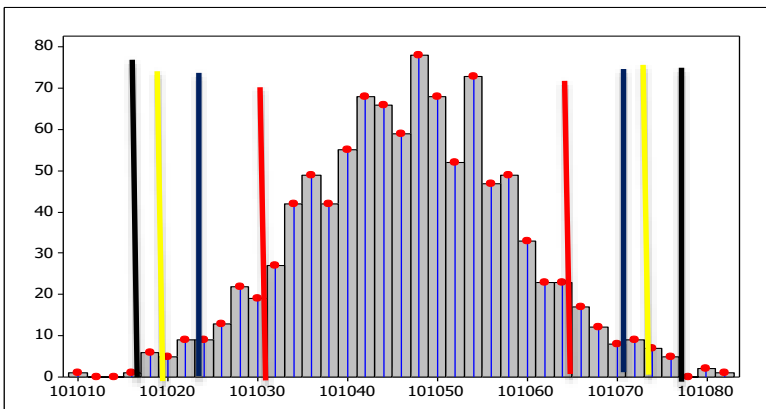
Gambar 4.27 Box Plot Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Anomali Median Koordinat disekitar Provinsi NTT

Begitu pun dengan pendekatan anomali median bahwa data rata-rata tekanan permukaan laut dikurangi dengan medianya dan

menghasilkan nilai yang relatif seragam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.27. Data rata-rata tekanan permukaan laut yang melalui metode anomali mean dan median akan disebut data anomali mean dan data anomali median.

Penyusunan peta komposit pada variabel rata-rata tekanan permukaan laut diawali dengan *bootstrap* untuk data tanpa anomali, data anomali mean, dan anomali median. Proses penyusunan peta komposit di Indonesia dilakukan terlebih dahulu pada B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT selanjutnya menyusun peta pada B-1 kejadian kekeringan untuk melihat pola pergerakan di titik rata-rata tekanan permukaan laut yang signifikan saat mendekati kejadian kekeringan di Provinsi NTT.

Hasil proses *bootstrap* untuk rata-rata tekanan permukaan laut akan diambil satu titik koordinat yang akan digunakan sebagai contoh proses *resampling bootstrap* variabel cuaca rata-rata tekanan permukaan laut pada B-1 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dan titik koordinat yang disajikan sebagai contoh yaitu 118° BT dan 5° LS.

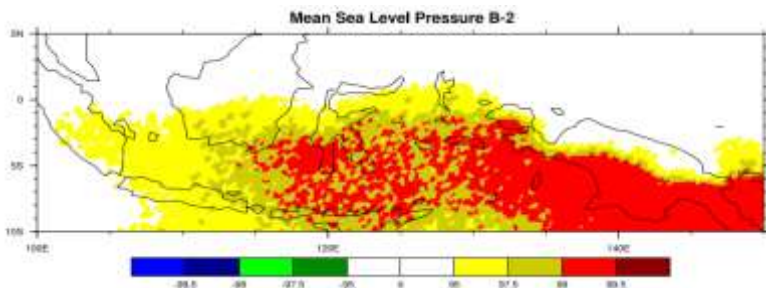


Gambar 4.28 Histogram Bootstrap Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1 118° BT dan 5° LS

Gambar 4.28 menunjukkan hasil proses *bootstrap* tanpa anomali yang cenderung normal. Hasil dari *bootstrap* digunakan untuk menyimpulkan apakah mean rata-rata tekanan permukaan

laut pada B-1 kekeringan di Provinsi NTT di titik koordinat $118,5^{\circ}$ BT dan 5° LS signifikan berdasarkan selang kepercayaan persentil. Batas signifikansi pada α sebesar 1% akan memiliki nilai batas atas dan batas bawah masing-masing yaitu 101017,7 dan 101076, α sebesar 2% memiliki nilai batas atas dan batas bawah masing-masing yaitu 101019,7 dan 101074,1, α sebesar 5% memiliki nilai batas atas dan batas bawah masing-masing yaitu 101023,8 dan 101070,7, dan α sebesar 10% memiliki nilai batas atas dan batas bawah masing-masing yaitu 101028 dan 101066,2. Nilai mean rata-rata tekanan permukaan laut pada B-1 di koordinat 118° BT dan 5° LS kekeringan di Provinsi NTT yaitu 101071. Nilai mean rata-rata tekanan permukaan laut tersebut tidak berada di selang kepercayaan untuk α (5%, dan 10%), sehingga rata-rata tekanan permukaan laut di titik koordinat tersebut signifikan untuk α (5% dan 10%).

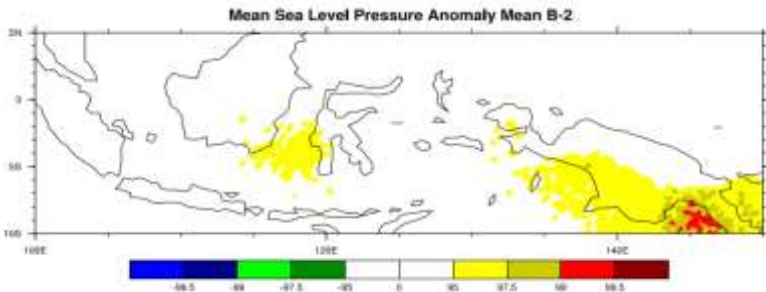
Peta komposit Rata-Rata Tekanan permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dengan data tanpa anomali disajikan pada Gambar 4.29 berikut.



Gambar 4.29 Peta Komposit Data Tanpa Anomali Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2

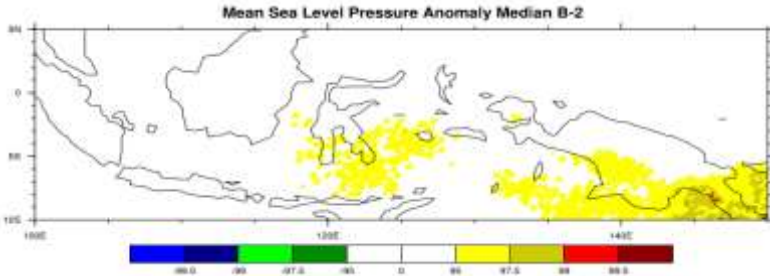
Gambar 4.29 menunjukkan peta komposit dari rata-rata tekanan permukaan laut di Indonesia 2 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT. Peta komposit terlihat bahwa zona aktif wilayah sebagian Sumatra, Jawa, dan Kalimantan memiliki nilai rata-rata tekanan permukaan laut yang tinggi, sedangkan wilayah sebagian Sulawesi-Papua New Guinea memiliki nilai rata-rata

tekanan permukaan laut yang sangat tinggi yang artinya apabila kondisi rata-rata tekanan permukaan laut seperti yang disajikan Gambar 4.29, maka 2 bulan kemudian akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT. Berikut akan disajikan peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut di Indonesia 2 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT dengan data anomali mean.



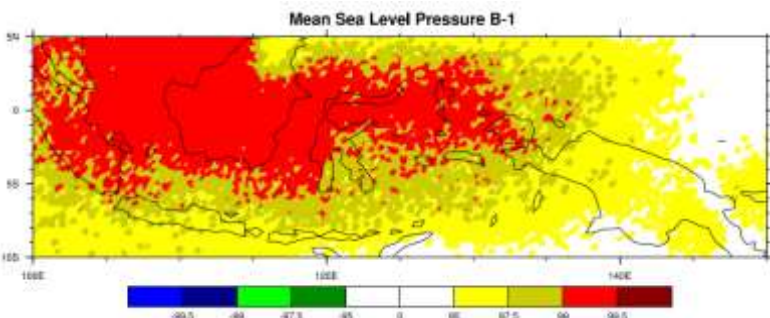
Gambar 4.30 Peta Komposit Data Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2

Gambar 4.30 menunjukkan peta komposit dari rata-rata tekanan permukaan laut di Indonesia 2 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT dengan data anomali mean. Peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali mean terlihat zona aktif rata-rata tekanan permukaan laut di wilayah sekitar Kalimantan dan Sulawesi, dan sebagian Papua memiliki nilai rata-rata tekanan permukaan laut tinggi yang artinya apabila rata-rata tekanan permukaan laut di daerah yang menunjukkan zona aktif tinggi, maka 2 bulan kemudian akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT. Selanjutnya peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut 2 bulan sebelum kekeringan di NTT dengan data anomali median disajikan pada Gambar 4.31 berikut.



Gambar 4.31 Peta Komposit Data Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2

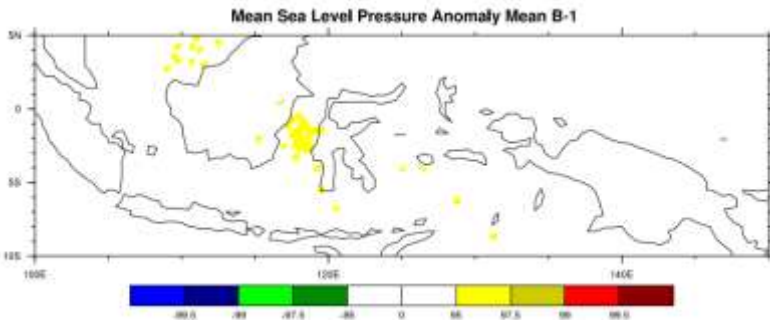
Peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali median menunjukkan zona aktif rata-rata tekanan permukaan laut tinggi di bawah Pulau Papua dan sebagian Papua New Guinea, serta wilayah antara Sulawesi, Jawa, dan Ambon memiliki rata-rata tekanan permukaan laut tinggi. Selanjutnya peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut B-1 kejadian kekeringan di Provinsi NTT dengan menggunakan data tanpa anomali disajikan pada Gambar 4.32 berikut.



Gambar 4.32 Peta Komposit Data Tanpa Anomali Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1

Gambar 4.32 menunjukkan peta komposit dari rata-rata tekanan permukaan laut di Indonesia 1 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT. Peta komposit terlihat bahwa hampir di seluruh wilayah Indonesia memiliki nilai rata-rata tekanan

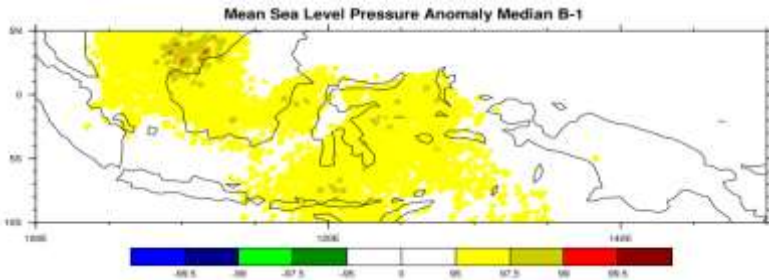
permukaan laut yang tinggi, sedangkan pada wilayah Kalimantan, sebagian Sumatera, dan sebagian Sulawesi memiliki nilai rata-rata tekanan permukaan laut yang sangat tinggi yang artinya jika kondisi rata-rata tekanan permukaan laut sesuai dengan yang disajikan pada Gambar 4.32, maka 1 bulan kemudian akan terjadi kekeringan di Provinsi NTT. Perubahan cuaca dari B-2 ke B-1 terjadinya kekeringan di Provinsi NTT sudah terjadi perubahan zona aktif contohnya peta komposit B-2 yang disajikan Gambar 4.29 untuk zona aktif di pulau Kalimantan hanya terjadi sebagian kecil dari Pulau Kalimantan berbeda dengan peta komposit B-1 ditampilkan Gambar 4.32 yang memiliki zona aktif di seluruh wilayah Kalimantan dengan nilai rata-rata tekanan permukaan laut yang sangat tinggi. Peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT dengan data anomali mean akan disajikan pada Gambar 4.33 berikut.



Gambar 4.33 Peta Komposit Data Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1

Peta komposit dengan data anomali mean yang ditunjukkan Gambar 4.33 menampilkan zona aktif peta komposit dari variabel rata-rata tekanan permukaan laut di Indonesia 1 bulan sebelum kekeringan terjadi di Provinsi NTT. Peta yang dihasilkan dapat dijadikan acuan untuk memprediksi kejadian kekeringan di NTT misalnya dari hasil peta komposit 1 bulan sebelum kejadian dengan data anomali mean memiliki hasil bahwa zona aktif

ditunjukkan pada daerah antara Kalimantan dan Sulawesi memiliki nilai rata-rata tekanan permukaan laut tinggi dan juga untuk daerah di atas Kalimantan. Berikut yaitu peta komposit dengan data anomali median yang disajikan Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Peta Komposit Data Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1

Gambar 4.34 merupakan peta komposit yang dihasilkan dengan data anomali median 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT menunjukkan bahwa zona aktif yang dapat dijadikan untuk memprediksi kondisi kekeringan 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan yaitu pada daerah sebagian Kalimantan, Ternate, sebagian Ambon, antara Singapore dan Kalimantan, NTT dan NTB.

Pengukuran tingkat akurasi untuk peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut pada setiap waktu yang dihasilkan terdapat 2 pendekatan yaitu *MSE (mean square error)* antara setiap tanggal ekstrim dengan rata-rata dari 1000 *mean resampling bootstrap*. Pendekatan lainnya yaitu uji signifikansi setiap bulan kekeringan dengan interval *resampling bootstrap*. Berikut akan disajikan *MSE* untuk peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut B-2 setiap bulan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *MSE* Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	104281.2379	92004	75545
92000	3220.737382	42005	80799
82001	9108.536238	62007	4859.1
92001	20287.71648	92008	8958.9
42002	15640.79527	52011	76557
52002	51738.2898	92011	15045
82002	69938.52341	72012	5786.5
92002	54639.86992	82014	18842
92003	39111.38884	72015	3879.4
62004	36759.74512	82015	100015
72004	38380.93004		

Tabel 4.6 menampilkan *MSE* untuk rata-rata tekanan permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT pada setiap bulan. Nilai *MSE* paling besar yaitu terjadi pada bulan April 1999 dengan nilai *MSE* sebesar 104281,2379%, dan terkecil yaitu pada bulan September 2000 dengan nilai *MSE* sebesar 3220,73%. Nilai *MSE* untuk peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT menunjukkan nilai yang relatif kecil pada setiap bulan, sehingga peta komposit suhu permukaan laut 2 bulan sebelum terjadinya kekeringan memiliki tingkat akurasi yang relatif tinggi. Hasil analisis peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran 9. Pendekatan lainnya untuk mendapatkan akurasi peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut yaitu melalui uji signifikansi setiap bulan terjadinya kekeringan dengan interval 1000 *mean resampling bootstrap*. Pendekatan lainnya untuk mendapatkan akurasi peta komposit suhu permukaan laut yaitu melalui uji signifikansi setiap bulan terjadinya kekeringan dengan interval 1000 *mean resampling bootstrap*. Penentuan tingkat akurasi ditentukan melalui proses pengujian apakah variabel rata-rata tekanan permukaan laut untuk setiap bulan kekeringan akan sama dengan rata-rata variabel rata-rata permukaan laut pada bulan biasa di musim kemarau. Berikut akan disajikan di Tabel 4.7 contoh 1

titik koordinat untuk memberikan nilai akurasi wilayah Provinsi NTT di koordinat 5° LS dan 118,5° BT.

Tabel 4.7 Nilai Akurasi Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut di Koordinat 5° LS dan 118,5° BT

Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut		
Data	B-1	B-2
Tanpa Anomali(%)	61.9047619	57.14285714
Anomali Mean (%)	100	100
Anomali Median(%)	100	100

Tabel 4.7 menunjukkan nilai akurasi rata-rata tekanan permukaan laut pada 1 bulan sebelum kejadian kekeringan dan 2 bulan sebelum kejadian kekeringan di Provinsi NTT untuk data asli, data anomali mean, dan data anomali median. Proses pengujian berdasarkan uji signifikansi antara nilai rata-rata tekanan permukaan laut pada bulan terjadinya kekeringan dengan interval *resampling bootstrap* didapatkan hasil bahwa akurasi B-1 dan B-2 untuk data asli masing-masing memberikan akurasi sebesar 61,90% dan 57,14%, sedangkan untuk data anomali mean dan anomali median memberikan akurasi sebesar 100%. Proses pengujian dilakukan untuk semua titik koordinat.

Perbandingan banyaknya jumlah titik koordinat yang signifikan antara data tanpa anomali, data anomali mean, dan data anomali median yang disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Jumlah Titik Signifikan Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut

Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut				
Batas signifikansi	Tanpa Anomali	Anomali Mean	Anomali Median	Kejadian
$\hat{\theta} < \theta_5$	0	0	0	B-1
$\theta_5 < \hat{\theta} < \theta_{10}$	0	0	0	
$\theta_{10} < \hat{\theta} < \theta_{25}$	0	0	0	
$\theta_{25} < \hat{\theta} < \theta_{50}$	0	0	0	
$\theta_{950} < \hat{\theta} < \theta_{975}$	295	3150	3560	
$\theta_{975} < \hat{\theta} < \theta_{990}$	2062	51	2610	
$\theta_{990} < \hat{\theta} < \theta_{995}$	4388	0	94	
$\hat{\theta} > \theta_{995}$	2627	0	9	

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat perbandingan banyaknya titik yang signifikan dalam penyusunan peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT antara data tanpa anomali, data anomali mean, dan data anomali median. Hasil perbandingan Tabel 4.8 menunjukkan terjadi perubahan titik signifikan antara data tanpa anomali dengan data anomali (mean atau median) misalnya seperti batas signifikansi $\hat{\theta} > \theta_{995}$ terdapat 2627 titik signifikan untuk data tanpa anomali, tidak ada yang signifikan untuk data anomali mean, dan 9 titik signifikan untuk data anomali median, sehingga dengan menggunakan data anomali dapat mencegah dari kasus bias dalam penyusunan peta komposit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis peta komposit didapatkan kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah bahwa peta komposit yang disusun dengan variabel suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut dapat memberikan wilayah yang secara signifikan menunjukkan pola berbeda dari pola biasanya terhadap kondisi sebelum terjadinya kekeringan di NTT. Pengamatan peta komposit untuk suhu permukaan laut zona aktif yang menunjukkan pola berbeda dengan biasanya yaitu wilayah diatas pulau NTB dan Pulau Bali dengan suhu permukaan laut rendah (dingin) karena setiap penyusunan peta komposit saat 2 bulan sebelum dan 1 bulan sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT menunjukkan zona aktif yaitu wilayah secara signifikan berbeda dengan biasanya, sedangkan untuk variabel rata-rata tekanan permukaan laut terdapat perbedaan zona aktif antara B-1 dan B-2 kejadian kekeringan di Provinsi NTT. Peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut pada B-2 zona aktif yaitu sebagian Pulau Papua sampai ke selatan Papua dengan nilai rata-rata tekanan permukaan laut tinggi, selanjutnya yaitu Peta komposit rata-rata tekanan permukaan laut B-1 kejadian kekeringan di Provinsi NTT menggambarkan wilayah yang menunjukkan pola berbeda dari pola biasanya yaitu wilayah di sekitar Kalimantan dan Sulawesi dengan rata-rata tekanan permukaan laut tinggi.

Peta komposit variabel cuaca (suhu permukaan laut dan rata-rata tekanan permukaan laut) yang disusun dengan data anomali akan lebih fokus untuk menggambarkan zona aktif dari suatu wilayah di Indonesia sebelum terjadinya kekeringan di Provinsi NTT. Hal tersebut dibuktikan dengan perbandingan jumlah titik signifikan antara data tanpa anomali dan data anomali. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan data anomali akan lebih sedikit jumlah titik yang signifikan,

sehingga peta yang dihasilkan akan berfokus pada wilayah zona aktif.

5.2 Saran

Saran bagi yang ingin melakukan penelitian mengenai penyusunan peta komposit untuk mengamati wilayah yang berpengaruh secara signifikan terhadap kondisi kekeringan di Provinsi NTT supaya menyusun peta komposit dari Indonesia – Samudera Pasifik terutama jika menggunakan variabel suhu permukaan laut dikarenakan apabila suhu permukaan laut di Indonesia dengan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik berbanding terbalik dan saran selanjutnya yaitu mengganti variabel cuaca supaya kesimpulan peta komposit yang dihasilkan bisa lebih umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya Di Indonesia (Edisi 2)*. Jakarta Pusat: Direktorat Mtigasi.
- Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. (2010). Kondisi Cuaca Ekstrim Dan Iklim Tahun 2010-2011. Retrieved from Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Web site:<https://www.scribd.com/document/341456732/press-release-kondisi-cuaca-ekstrim-dan-iklim-tahun-2010-2011-pdf>.
- Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. (2016, February). *Buletin BMKG Provinsi Banten Dan Dki Jakarta*. Tangerang Selatan: Stasiun Klimatologi Pondok Betung.
- Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. (2016, Desember). *Buletin Desember 2016 Provinsi Maluku*. Kairatu: Stasiun Klimatologi Kairatu.
- Borger,B.(2001).*Climate Assessment and Drought:The Occurence and Severity of Droughts in South Sumatra and The El-nino Southern Oscillation Index In Forest Fire Prevention and Control Project*. Diambil kembali dari www.fire.uni-freiburg.de/se_asia/projects/ffpcp/FFPCP-20-FireManagement-Expert-FinalReport.pdf
- Efron, & Tibshirani. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. (Chapman, & Hall, Penyunt.) London: International Thomson Publishing.
- Enviromental Protection Agency. (2014, May). Climate Change Indicators in The United States : Sea Surface temperature.

- hal. 1. Diambil kembali dari www.epa.gov/climatechange/indicators
- Estiningtyas, W., Ramadhani, F., & Aldrian, E. (2007). Analisis Korelasi Curah Hujan Dan Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia, Serta Implikasinya Untuk Prakiraan Curah Hujan. *J. Agromet Indonesia*, 46-60.
- Ferawati, K. (2015). *Peta Komposit Untuk Analysis Kondisi Cuaca di Indonesia Sebelum hujan Ekstrem Di Indramayu, Jawa Barat*. Surabaya, Jawa Timur, Indonesia: Tugas Akhir Jurusan Statistika ITS.
- Grotjahn, & Faure. (2008). Composite Predictor Maps of Extraordinary Weather Events in the Sacramento, California, Region. *Weather and Forecasting*, 23, 314-319. doi:10.1175/2007WAF2006055.1
- Grotjahn, R., & Faure, G. (2001, March). *Forecasting Guidance Of Significant Weather Events In Sacramento Area Using Historical Analogs*. California: Atmospheric Science Program .
- Gutmann, B. (1999). Accepting The Standardized Precipitation Index: A Calculation Algorithm. *Water Resource Association*, 35, 311-322.
- Hosking, J., & Wallis. (1997, September). *Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Inas, R. (2017). *Pemetaan Resiko Kekeringan Di Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Prediksi Return Period*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika ITS.
- Kawale, J., Chatterjee, S., Kumar, A., Liess, S., Steinbatch, M., & Kumar, V. (2011). Anomaly Construction In Climate Data: Issues And Challenges. *NASA Conference On Intelligent Data Understanding*, 189-203.

- Khan, S., Gabriel, F., & Rana, T. (2008, July 11). Standard precipitation index to track drought and assess impact of rainfall on watertables in irrigation areas. *Irrigation and Drainage Systems*, 22(2), 159-177. doi:10.1007/s10795-008-9049-3
- Kompas. (2014, September 17). 86 Kabupaten Kota di Indonesia Kekeringan. (P. A. Auliani, Editor) Diambil kembali dari <http://regional.kompas.com/read/2014/09/17/22552601/86.Kabupaten.Kota.di.Indonesia.Kekeringan>
- Li, F., Chambers, E., & Nicholls. (2005). Relationship between rainfaal in the southwest of Western Australia and near-gloal patterns of sea surface temperature and mean sea-leel pressure variablitiy. *Aust.Met.Mag*, 54, 23-33. doi:10.1175/JCLI-D-13-00773.1
- Livada, I., & Assimakopoulos, D. (2007). Spatial and temporal analysis of drought in Greece Using the Standardized Precipitation Index (SPI). *Theoretical and Applied Climatology*, 89, 143-153. doi:10.1007/s00704-005-0227-z
- Mckee, & Kleist. (1993). The Relationship Of Drought Frequency And Duration To Time Scales. *Eight Conference on Applied Climatology*. 179-184. Anaheim,California: Department of Atmospheric Science Colorado State University.
- Nuarsa, W., Adnyana, S., & As-syakur, R. (2015, Februari). Pemetaan Daerah Rawan Kekeringan Di BaliI-Nusa Tenggara Dan Hubungannya Dengan Enso Menggunakan Aplikasi Data Penginderaan Jauh. *Bumi Lestari*, 15, 20-30.
- Nugroho, P. (2008). Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar Di Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 4, 50-55.

- Sprent, P., & Smeeton, N. (2001). *Applied Nonparametric Statistical Methods*. Boca Raton, Florida, USA: Boca Raton.
- Thom, S. (1958, April). A Note On The Gamma Distribution Monthly Weather Review. (E. Caskey, Penyunt.) 86, 117-122.
- Tjasyono, B., Harijono, S., Juaeni, I., & Ruminta. (2008, Juni). Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik Dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan Di Indonesia. *Sains Dirgantara*, 5, 83-95.
- Wheaton, E., Arthut, L., Chomey, B., Shewchuk, S., & Thorpe, J. (1992). The Prairies drought of 1998. *Climatological Bulletin*, 26, 188-205.
- Yevjevich, V. (1972). *Probability And Statistics In Hydrology*. Coloradi, USA: Water Resources Publications.

LAMPIRAN

Lampiran 1A Data Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Meteorologi Komodo, Fransiskus, dan Gewayantana 1999-2015

Tanggal	Komodo	Frans	Fransiskus	Gewayantana
01/01/1999	0	20.3	0	2
02/01/1999	0	15.6	0	1.6
03/01/1999	2.5	2.3	0	0
04/01/1999	5	0.7	3.3	9.8
05/01/1999	1	0	3.5	0
06/01/1999	2.3	7.8	6.9	0
07/01/1999	10.5	2	3	3.3
08/01/1999	0	4.5	0	0
09/01/1999	0.3	4.2	0	8.2
10/01/1999	2.2	1	1.8	0
...
...
...
24/12/2015	9999	36.7	3	0
25/12/2015		0.5	9999	
26/12/2015			9.8	
27/12/2015	0	9999	9999	0
28/12/2015	0	0	3.3	
29/12/2015	16.6	8.4		0
30/12/2015	3.9	0	5.8	1.4
31/12/2015	0.3	0	5.4	7

Lampiran 1B Data Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Meteorologi Mali, Umbu, Lasiana, Eltari, dan Tardamu Periode 1999-2015

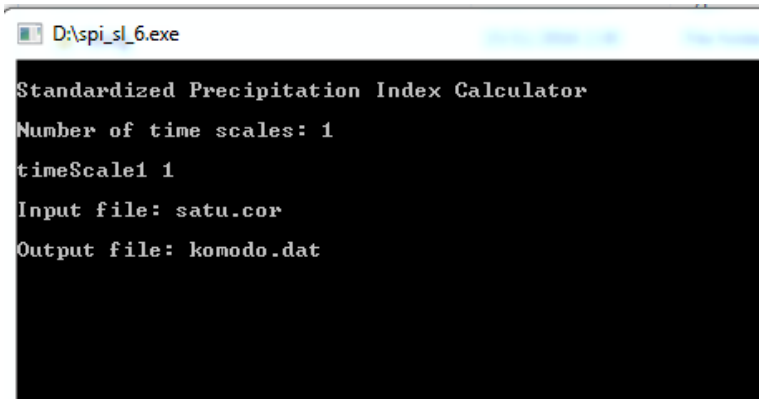
Tanggal	Mali	Umbu	Lasiana	Eltari	Tardamu
01/01/1999	0	16.5	0.8	0	0
02/01/1999	1.9	0	0	0	0
03/01/1999	5.4	0	0	2	0
04/01/1999	4.3	0	2.2	1	13.6
05/01/1999	3.8	0.2	3	0	5.2
06/01/1999	0.2	9.5	0	14	0.9
07/01/1999	0	33	6.5	3	7.9
08/01/1999	1	0	8	34	44.1
09/01/1999	0	0.6	27.4	15	3.4
10/01/1999	0	0	14.5	0	8888
...
...
...
24/12/2015	8888		9999		9999
25/12/2015			2		
26/12/2015					
27/12/2015		0	3.2		0
28/12/2015		0	6		0
29/12/2015	9999	0	9999		9999
30/12/2015	9999	1.3	1.1		
31/12/2015	1.8	4.2	9999		9999

Lampiran 2A Data Hasil Imputasi Curah Hujan Harian (mm)
Stasiun Meteorologi Komodo, Fransiskus, dan
Gewayantana 1999-2015

Tanggal	Komodo	Frans	Fransiskus	Gewayantana
01/01/1999	0	20.3	0	2
02/01/1999	0	15.6	0	1.6
03/01/1999	2.5	2.3	0	0
04/01/1999	5	0.7	3.3	9.8
05/01/1999	1	0	3.5	0
06/01/1999	2.3	7.8	6.9	0
07/01/1999	10.5	2	3	3.3
08/01/1999	0	4.5	0	0
09/01/1999	0.3	4.2	0	8.2
10/01/1999	2.2	1	1.8	0
...
...
...
24/12/2015	7	36.7	3	0
25/12/2015	11.2	0.5	1.9	1.9
26/12/2015	12.1	10.1	9.8	2.9
27/12/2015	0	0	5.6	0
28/12/2015	0	0	3.3	9
29/12/2015	16.6	8.4	10.4	0
30/12/2015	3.9	0	5.8	1.4
31/12/2015	0.3	0	5.4	7

Lampiran 2B Data Hasil Imputasi Curah Hujan Harian (mm)
Stasiun Meteorologi Mali, Umu, Lasiana, Eltari,
dan Tardamu 1999-2015

Tanggal	Mali	Umu	Lasiana	Eltari	Tardamu
01/01/1999	0	16.5	0.8	0	0
02/01/1999	1.9	0	0	0	0
03/01/1999	5.4	0	0	2	0
04/01/1999	4.3	0	2.2	1	13.6
05/01/1999	3.8	0.2	3	0	5.2
06/01/1999	0.2	9.5	0	14	0.9
07/01/1999	0	33	6.5	3	7.9
08/01/1999	1	0	8	34	44.1
09/01/1999	0	0.6	27.4	15	3.4
10/01/1999	0	0	14.5	0	0.95
...
...
...
24/12/2015	0.9	6	9.5	9	8.3
25/12/2015	0.6	6.2	2	13.8	0.9
26/12/2015	5.4	7.3	7	12.2	9.6
27/12/2015	19.1	0	3.2	10.4	0
28/12/2015	6.8	0	6	11.6	0
29/12/2015	15	0	5.8	10.5	7.1
30/12/2015	10.1	1.3	1.1	11.8	8.4
31/12/2015	1.8	4.2	6.9	12.4	8.1

Lampiran 3. Tampilan Aplikasi SPI_SL_6.exe

```
D:\spi_sl_6.exe

Standardized Precipitation Index Calculator
Number of time scales: 1
timeScale1 1
Input file: satu.cor
Output file: komodo.dat
```

Lampiran 4. Data Suhu Permukaan Laut

Bulan	100.25				...		150
	-0.25	-0.5	-0.75	...	5	...	5
41999	-999000000	-999000000	302.3057	...	303.3404667	...	302.3628
51999	-999000000	-999000000	302.0196774	...	303.547129	...	302.4584839
61999	-999000000	-999000000	301.8501	...	303.3007	...	302.5789333
71999	-999000000	-999000000	301.8207097	...	303.0184516	...	302.3824839
81999	-999000000	-999000000	301.8200968	...	303.3909355	...	302.5851935
91999	-999000000	-999000000	301.6467667	...	303.1127333	...	302.7298667
...
...
...
92015	-999000000	-999000000	301.2819	...	302.7555	...	302.3749333

Lampiran 5. Data Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut

Bulan	100.25				...		150
	-0.25	-0.5	-0.75	...	5	...	5
41999	101039.7	101036.0333	101026.2	...	100891.9	...	101038.9333
51999	101084.3871	101078.2581	101067.0968	...	100934.6774	...	101035.871
61999	101135.1333	101130.4333	101120.0333	...	100966.4	...	101105.4333
71999	101091.6774	101088.9355	101080.4516	...	100902.9032	...	101020.4194
81999	101174.0645	101168.4194	101157.4194	...	101027.9032	...	101147.6129
91999	101126	101120.1333	101109.6	...	101003.1	...	101150
...
...
...
92015	101225.3	101219.0333	101207.9333	...	101093.7333	...	101128.4

Lampiran 6 Kode Variabel Cuaca di GrADS

```

OpenGrADS
Grid Analysis and Display System (GrADS) Version 2.8.1.0pg.2
Copyright (c) 1988-2011 by Brian Doty and the
Institute for Global Environment and Society (IGES)
GrADS comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY
See file COPYRIGHT for more information

config: c:\8.1.0pg.2\little-ubuntu-realtime-proving-grid\newest\8pg.2\8pg.2\opengrading\etc\etc\etc\grads\etc\shapefil
x
Show 'q config' command for more detailed configuration information
Loading User Defined Extensions table c:\cygdrive\c\OPENGR-1\Contents\Cygwin\Versions\20000A-1.2\1686\gex\udext ... ok.
Landscape mode? ('n' for portrait):
GX Package Initialization: Size = 11 8.5
Command line history in (Users)\Esis\A\grads.log
gr> sdfopen D:/sst.nc
Scanning self-describing file: D:/sst.nc
SDF file D:/sst.nc is open as file 1
LOW set to 100 100
LAT set to -10 5
LEV set to 0 0
Time values set: 1999:1:1:0 1999:1:1:0
E set to 1 1
gr> q file
File 1:
  Descriptor: D:/sst.nc
  Binary: D:/sst.nc
  Type = Gridded
  Xsize = 201 Ysize = 61 Isize = 1 fsize = 6200 fsize = 1
  Number of Variables = 1
    sst @ t,y,x Sea surface temperature
gr>

```


Lampiran 7. *Script Konversi Software GrADS*

```
'c'  
'set t 1 last'  
awallintang=-10  
akhirlintang=5  
bedalintang=0.25  
awalbujur=100  
akhirbujur=150  
bedabujur=0.25  
iterlintang=((akhirlintang-awallintang)/bedalintang)+1  
iterbujur=((akhirbujur-awalbujur)/bedabujur)+1  
  
j=1  
say 'titik lintang yang akan digunakan'  
while(j<=iterlintang)  
  lintang.j=awallintang+((j-1)*bedalintang)  
  say lintang.j  
  j=j+1  
endwhile  
  
k=1  
say 'titik bujur yang akan digunakan'  
while(k<=iterbujur)  
  bujur.k = awalbujur+((k-1)*bedabujur)  
  say bujur.k  
  k=k+1  
endwhile
```

Lampiran 7. *Script Konversi Software GrADS (Lanjutan)*

```
l=1
while(l<=iterlintang)
say 'lintang ke ' l
'c'
i=1
while(i<=iterbujur)
'set lat 'lintang.l
'set lon 'bujur.i
'fprintf sst
D:\TA\data1\SSTtxt\data_lintang_'bujur.i'_bujur_'lintang.l'.txt %g l'
i=i+1
endwhile
l=l+1
endwhile
```

Lampiran 8. *Script Konversi Software R*

```

setwd("d:/TA/data1/SSTtxt")
filelist = list.files(pattern = ".*.txt", full.names=TRUE)
myfunction <- function(x)
{
  data <- readLines(x)
  split_content = strsplit(data, split = " ")
  data2 <- unlist(split_content)
  data3 <- as.numeric(data2)
}
#datalist = lapply(filelist, function(x)readLines(x))
datalist = lapply(filelist, myfunction)
datafr = do.call("rbind", datalist)
datafr=t(datafr)
tgl=read.table('d:/TA/syntax/tgl1.txt')
datafr1=cbind(tgl,datafr)

write.table(datafr1,"d:/TA/data1/SSTexcel/allsst.csv",sep="," ,
row.names=FALSE)
write.table(filelist,"d:/TA/data1/SSTexcel/listsst.csv",sep="," ,
col.names=TRUE,row.names=FALSE)

#all -> hasil data gabungan #list -> keterangan koordinat

```

Lampiran 9A. MSE Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-2

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	0.254265596	92004	0.820882332
92000	0.639184624	42005	0.523880731
82001	0.693412768	62007	0.566841491
92001	0.583318933	92008	0.522959698
42002	0.79254546	52011	0.770600241
52002	0.236317005	92011	0.337919819
82002	0.200632616	72012	0.525669626
92002	0.203552032	82014	0.372842231
92003	0.673178001	72015	0.321126859
62004	0.247557239	82015	0.716999814
72004	0.389914286		

Lampiran 9B. MSE Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-2

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	0.265218766	92004	0.860600337
92000	0.621620752	42005	0.472078996
82001	0.680511263	62007	0.611440391
92001	0.578512849	92008	0.535399009
42002	0.890183221	52011	0.822914409
52002	0.237040068	92011	0.350063398
82002	0.178203852	72012	0.55481879
92002	0.215973494	82014	0.339003676
92003	0.685908545	72015	0.323742038
62004	0.236984474	82015	0.714679075
72004	0.406479199		

Lampiran 9C. *MSE* Suhu Permukaan Laut B-1

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	4.927471954	92004	2.729104077
92000	0.610927454	42005	3.711342235
82001	1.687362512	62007	0.408096723
92001	0.424903839	92008	1.11959626
42002	5.353816965	52011	1.511650224
52002	2.565119881	92011	4.021482203
82002	2.534313136	72012	3.047094877
92002	2.455879763	82014	3.087317227
92003	1.533653911	72015	2.821865054
62004	0.349526791	82015	5.972751857
72004	2.804924544		

Lampiran 9D. *MSE* Anomali Mean Suhu Permukaan Laut B-1

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	0.25424446	92004	0.523956509
92000	0.895861989	42005	0.37680942
82001	0.583251491	62007	0.220763255
92001	0.792558012	92008	0.286242231
42002	0.236388905	52011	0.190813716
52002	0.162860013	92011	0.858151965
82002	0.203441344	72012	0.746857508
92002	0.389794778	82014	0.279940373
92003	0.296700149	72015	0.716955696
62004	0.389865272	82015	0.94991988
72004	0.617276937		

Lampiran 9E. MSE Anomali Median Suhu Permukaan Laut B-1

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	0.265139864	92004	0.4722012
92000	1.028069263	42005	0.421723944
82001	0.578411982	62007	0.226256318
92001	0.889984376	92008	0.307589166
42002	0.236998303	52011	0.206884492
52002	0.15913256	92011	0.872111064
82002	0.215862139	72012	0.80848798
92002	0.366929597	82014	0.285919047
92003	0.286845923	72015	0.714854727
62004	0.406467456	82015	0.993843697
72004	0.597849544		

Lampiran 9F. MSE Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	18935	92004	14147.76
92000	19247	42005	18107.338
82001	4570.5	62007	7244.525
92001	6229.5	92008	8911.3244
42002	4537.1	52011	7398.9293
52002	3385.3	92011	6515.471
82002	40975	72012	3893.7925
92002	7786.6	82014	4255.3518
92003	3907.8	72015	15051.714
62004	6429.4	82015	68036.511
72004	64451		

Lampiran 9G. *MSE* Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-2

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	15889.156	92004	15002.365
92000	18110.055	42005	22034.919
82001	4172.0948	62007	5604.887
92001	5575.7286	92008	8774.0658
42002	2860.8638	52011	5136.4856
52002	2777.6758	92011	5910.8957
82002	45884.723	72012	2965.8652
92002	8383.4978	82014	6033.0496
92003	4345.8177	72015	7920.2554
62004	8780.2785	82015	72860.479
72004	48223.853		

Lampiran 9H. *MSE* Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	104284.2102	92004	80794
92000	15406.69695	42005	24804
82001	20286.42014	62007	159764
92001	15639.52933	92008	9110.5
42002	51741.13551	52011	25338
52002	9760.931505	92011	30700
82002	54635.8946	72012	21267
92002	156015.9781	82014	60229
92003	78191.275	72015	100010
62004	38376.8179	82015	141277
72004	14030.72071		

Lampiran 9I. *MSE* Anomali Mean Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	18938	92004	14145.457
92000	5227	42005	58995.626
82001	6229.1	62007	107367.43
92001	4538.2	92008	7049.4421
42002	3384.9	52011	3671.362
52002	2600.2	92011	1460.5442
82002	7784.4	72012	27468.625
92002	54624	82014	10643.167
92003	14608	72015	68034.006
62004	64446	82015	48168.038
72004	4223.1		

Lampiran 9J. *MSE* Anomali Median Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut B-1

Bulan	MSE(%)	Bulan	MSE(%)
41999	15887.629	92004	22041.654
92000	3117.6036	42005	67310.002
82001	5572.3627	62007	131647.95
92001	2860.8844	92008	4935.8072
42002	2779.0292	52011	4501.9659
52002	1621.9536	92011	2277.3628
82002	8382.3037	72012	26128.446
92002	63899.169	82014	12308.436
92003	18720.78	72015	72872.251
62004	48226.11	82015	50779.018
72004	5391.9749		

Lampiran 10. Script Bootstrap Tanpa Anomali

```

boot_ext <- function(data, date, rep)
{
  ##### ----- persiapan data ----- #####
  ##### ----- ##### ----- #####
  n <- length(data[,1]) # banyaknya data hari ekstrim
  n0 <- length(data[,1]) # banyaknya data
  banyakvariabel <- ncol(data)-1 # banyak variabel = banyak grid (kolom pertama
  tanggal)
  posid <- match(date[,1],data[,1]) # matching-kan tanggal yang sama antara di data
  sama di date
  extreme <- data[posid-2,2:(banyakvariabel+1)] # diambil data pada H-1 atau H-2, dimana H adalah
  hari ekstrim
  test <- colMeans(extreme) # mencari rata-rata dari data ekstrim H-i pada
  semua grid
  test <- as.vector(test)

  mean1 <- matrix(nrow=rep,ncol=1)
  mean2 <- matrix(nrow=rep,ncol=banyakvariabel)
  kesimpulan <- matrix(nrow=banyakvariabel,ncol=1)
  meanboot <- matrix(nrow=banyakvariabel,ncol=1)

  ##### ----- PROSES bootstrap ----- #####
  ##### ----- ##### ----- #####
  for (j in 1:banyakvariabel) # looping sebanyak jumlah grid
  {
    for (i in 1: rep) # proses bootstrap diulang sebanyak rep kali
    {
      sampel <- sample(data[,j+1],n) # mengambil sampel sebanyak n dari data (ingat kolom 1
      adalah tanggal, tdk perlu H-1 atau H-2 sama # menghitung nilai mean dari setiap replikasi
      mean1[i,j] <- mean(sampel)
      mean2[i,j] <- mean(sampel)
    }

    mean1 <- mean1
    kuantil <- quantile(mean1,c(.085,.01,.025,.05,.95,.975,.99,.995))
    cu0 <- kuantil[5]
    cu1 <- kuantil[8]
    cu2 <- kuantil[7]
    cu3 <- kuantil[8]
    cl0 <- kuantil[4]
    cl1 <- kuantil[3]
    cl2 <- kuantil[2]
    cl3 <- kuantil[1]

    if (cl3>test[j]){hasil=99.5}
    else if (cl2>test[j]){hasil=99}
    else if (cl1>test[j]){hasil=97.5}
    else if (cl0>test[j]){hasil=95}
    else if (test[j]>cu3){hasil=99.5}
    else if (test[j]>cu2){hasil=99}
    else if (test[j]>cu1){hasil=97.5}
    else if (test[j]>cu0){hasil=95}
    else {hasil=0}
    kesimpulan[j] <- hasil
    meanboot[j] <- mean(mean1) # menghitung mean hasil bootstrap untuk setiap grid
  }

  linbujur <- read.csv("d:/TA/datal/SSTexcel/listsst.csv",sep=",")
  datafix=cbind(linbujur,kesimpulan,test)

  ##### ----- ##### ----- #####
  ##### ----- ##### ----- #####
  ##### ----- ##### ----- #####
  write.table(kesimpulan,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali/hasil_boot.csv",sep=",")
  write.table(test,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali/rata_extreme.csv",sep=",")
  write.table(meanboot,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali/rata_boot.csv",sep=",")
  write.table(datafix,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali/ncl.csv",sep=",")
  write.table(mean2,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali/Bootstrap.csv",sep=",")
  }

  ##### ----- ##### ----- #####
  ##### ----- ##### ----- #####
  ##### ----- ##### ----- #####
  data <- read.csv("d:/TA/datal/SSTexcel/bulan.csv",sep=",")
  date <- read.csv("d:/TA/datal/SSTexcel/date.csv", sep=",")
  boot_ext(data,date,1000)

```

Lampiran 11. Script Bootstrap Anomali Mean

```

boot_ext <- function(data, date, rep)
{
  ##### persiapan data #####
  #####
  n <- length(data[,1]) # banyaknya data dari ekstris
  ncol <- length(data[,1]) # banyaknya data
  n1 <- 0
  n2 <- 17
  banyakvariabel <- ncol(data)-2 # banyak variabel = banyak grid (kolom pertama tanggal)
  poscol <- match(data[,1],data[,1]) # matching-kan tanggal yang sama antara di data sama di data
  anomali <- matrix(nrow=n2, ncol=banyakvariabel) #data-matrix(nrow=n2, ncol=1)
  /data-matrix(nrow=n2, ncol=1)

  for (i in 1:banyakvariabel)
  {
    rowdata <- matrix(data[,1+1:nrow(n1)]
    for (k in 1:n1)
    {
      data[k] <- mean(rowdata[k,])
    }
    data <- rbind(data, n2)
    anomali[i,1] <- data[,1+1]-data[1,1]
  }
  extreme <- anomali[poscol-2,] # diambil data pada H-1 atau H-2, dimana H adalah hari ekstris
  test <- colMeans(extreme) # mencari rata-rata dari data ekstris H-1 pada semua grid
  test <- as.vector(test)

  mean1 <- matrix(nrow=rep, ncol=2)
  mean2 <- matrix(nrow=rep, ncol=banyakvariabel)
  kesimpulan <- matrix(nrow=banyakvariabel, ncol=1)
  meanboot <- matrix(nrow=banyakvariabel, ncol=1)

  ##### PROSES bootstrap #####
  #####
  for (j in 1:banyakvariabel)
  {
    # looping sebanyak jumlah grid
    for (i in 1:rep)
    {
      sampel <- sample(nrow(mean1[,j]),n) # mengambil sampel sebanyak n dari data (ingat kolom 1 adalah tanggal, tak
      perlu H-1 atau H-2 sama
      mean1[i,1] <- mean(sampel) # menghitung nilai mean dari setiap replikasi
      mean1[i,2] <- mean(sampel)
    }

    mean2 <- mean1

    kuantil <- quantile(mean1[,c(.005,.01,.025,.05,.95,.975,.99,.995)])
    cu0 <- kuantil[5]
    cu1 <- kuantil[6]
    cu2 <- kuantil[7]
    cu3 <- kuantil[8]
    cl0 <- kuantil[4]
    cl1 <- kuantil[3]
    cl2 <- kuantil[2]
    cl3 <- kuantil[1]

    if (cl3>test[j]){hasil=99.5}
    else if (cl2>test[j]){hasil=99}
    else if (cl1>test[j]){hasil=97.5}
    else if (cl0>test[j]){hasil=95}
    else if (test[j]>cu3){hasil=99.5}
    else if (test[j]>cu2){hasil=99.0}
    else if (test[j]>cu1){hasil=97.5}
    else if (test[j]>cu0){hasil=95}
    else {hasil=0}

    kesimpulan[j] <- hasil
    meanboot[j,1] <- mean(mean1) # menghitung mean hasil bootstrap untuk setiap grid
  }

  linbujucread.csv("D:/TA/data1/SSExcel/1/1/Anomali_mean/hasil_boot.csv", sep=",")
  datafix <- cbind(linbujucread.csv, kesimpulan, test)

  #####
  ##### menyapikan output #####
  #####
  write.table(kesimpulan, "d:/TA/data1/SSExcel/H-2/Anomali_mean/hasil_boot.csv", sep=",")
  write.table(test, "d:/TA/data1/SSExcel/H-2/Anomali_mean/rata_extreme.csv", sep=",")
  write.table(meanboot, "d:/TA/data1/SSExcel/H-2/Anomali_mean/rata_boot.csv", sep=",")
  write.table(datafix, "d:/TA/data1/SSExcel/H-2/Anomali_mean/sstb-22.csv", sep=",")
  write.table(anomali, "d:/TA/data1/SSExcel/H-2/Anomali_mean/anomalimean.csv", sep=",")
  write.table(mean2, "d:/TA/data1/SSExcel/H-2/Anomali_mean/Bootstrap.csv", sep=",")
  #####
  ##### Running data #####
  #####
  data <- read.csv("d:/TA/data1/SSExcel/bulan.csv", sep=",")
  date <- read.csv("d:/TA/data1/SSExcel/date.csv", sep=",")
  boot_ext(data, date, 1000)
}

```

Lampiran 12. Script Bootstrap Anomali Median

```

boot_ext <- function(data, date, rep)
{
##### ----- persiapan data ----- #####
n <- length(date[,1]) # banyaknya data hari ekstrim
nm <- length(date[,2]) # banyaknya data
n1<-4
n2<-17
banyakvariabel <- ncol(data)-1 # banyak variabel = banyak grid (kelem pertama tanggal)
posisi <- match(date[,1],date[,2]) # matching-hari tanggal yang sama antara di data sama di date
anomali<-matrix(nrow=n0,ncol=banyakvariabel)
medi<-matrix(nrow=n1,ncol=1)

for (i in 1:banyakvariabel)
{
  newdata<-matrix(data[,1+i],nrow=n1)
  for (k in 1:n2)
  {
    med[k]=median(newdata[k,])
  }
  medi=rep(med,n2)
  anomali[i,1]=data[,1+i]-medi
}

extreme <- anomali[posisi-2,] # diambil data pada H-1 atau H-2, dimana H adalah hari ekstrim
test <- colMeans(extreme) # mencari rata-rata dari data ekstrim H-1 pada semua grid
test <- as.vector(test)

sean1 <- matrix(nrow=rep,ncol=1)
sean2 <- matrix(nrow=rep,ncol=banyakvariabel)
kesimpulan <- matrix(nrow=banyakvariabel,ncol=1)
seanboot <- matrix(nrow=banyakvariabel,ncol=1)

##### ----- PROSES bootstrap ----- #####
for (j in 1:banyakvariabel)
{
  for (i in 1: rep)
  {
    sampel <- sample(anomali[,j],n) # mengambil sampel sebanyak n dari data (ingat voice i adalah tanggal, toh
    # perlu H-1 atau H-2 sama
    sean1[i,] <- mean(sampel) # menghitung nilai mean dari setiap replikasi
    sean2[i,j] <- mean(sampel)
  }

  sean1 <- sean1
  kuantil <- quantile(sean1,c(.005,.01,.025,.05,.55,.975,.99,.995))
  cu0 <- kuantil[5]
  cu1 <- kuantil[6]
  cu2 <- kuantil[7]
  cu3 <- kuantil[8]
  c10 <- kuantil[4]
  c11 <- kuantil[3]
  c12 <- kuantil[2]
  c13 <- kuantil[1]

  if (c13>test[j]){hasil=-99.5}
  else if (c12>test[j]){hasil=-99}
  else if (c11>test[j]){hasil=-97.5}
  else if (c10>test[j]){hasil=-95}
  else if (test[j]>cu3){hasil=99.5}
  else if (test[j]>cu2){hasil=99}
  else if (test[j]>cu1){hasil=97.5}
  else if (test[j]>cu0){hasil=95}
  else {hasil=0}
  kesimpulan[j] <- hasil
  seanboot[j] <- mean(sean1) # menghitung mean hasil bootstrap untuk setiap grid
}

linbujur<-read.csv("D:/TA/datal/SSTexcel/listsst.csv")
datafix<-cbind(linbujur,kesimpulan,test)

##### ----- menyiapkan output ----- #####
write.table(kesimpulan,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali_median/hasil_boot.csv",sep=",")
write.table(test,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali_median/rata_extreme.csv",sep=",")
write.table(seanboot,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali_median/rata_boot.csv",sep=",")
write.table(datafix,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali_median/sstb-23.csv",sep=",")
write.table(sean2,"d:/TA/datal/SSTexcel/H-2/Anomali_median/Bootstrap.csv",sep=",")
}

##### ----- Running data ----- #####
data <- read.csv("d:/TA/datal/SSTexcel/bulan.csv",sep=",")
date <- read.csv("d:/TA/datal/SSTexcel/date.csv", sep=",")
boot_ext(data,date,1000)

```

Lampiran 13. Struktur Data di Software NCL

100.25	-0.25	0	-9.99E+08
100.25	-0.5	0	-9.99E+08
100.25	-0.75	0	301.9308
100.25	-1.25	0	301.9308
100.25	-1.5	0	300.7318
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
150	-4.75	-95	302.4354
150	-4	0	302.7606
150	-5.25	-95	301.8083
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
150	4.5	0	302.6909
150	4.75	0	302.6771
150	4	0	302.7126
150	5	0	302.6624

Lampiran 14. *Script Plotting Peta*

```

begin
;---Read data off CSV file
;filename = "mslpb-11.csv"
;filename = "mslpb-11.csv"
filename = "mslpb-11.csv"
;filename = "mslpb-11.csv"

lines = asciiread(filename,-1,"float")

lon1d = lines(0::4)
lat1d = lines(1::4)
data1d = lines(2::4)
data2d = lines(3::4)
ndata = dimsizes(data1d)

;wks = gsn_open_wks("x11","contour_map_SurfaceMsl")
wks = gsn_open_wks("pdf","mslpb-11")
gsn_define_colormap(wks,"gui_default")
;gsn_define_colormap(wks,"rainbow")

lres=True
lres@gsnDraw= False
lres@gsnFrame = False
lres@cnMonoLineDashPattern = True
lres@cnLineColor = "NavyBlue"
lres@sfXArray      = lon1d  ; Contouring 1D data
lres@sfYArray      = lat1d  ; requires these resources

```

Lampiran 14. *Script Plotting* Pet Lanjutan

```

res = True
res@gsnDraw= False
res@gsnFrame = False
res@gsnMaximize    = True    ; Make plot larger.
res@gsnAddCyclic    = False ; Don't add longitude cyclic
res@sfXArray        = lon1d   ; Contouring 1D data
res@sfYArray        = lat1d   ; requires these resources

res@mpMinLatF       = min(lon1d)
res@mpMaxLatF       = max(lon1d)
res@mpMinLonF       = min(lon1d)
res@mpMaxLonF       = max(lon1d)

res@cnLevelSelectionMode = "ExplicitLevels"
;res@cnLevelSelectionMode = "ManualLevels"
;res@cnLevels = ispan(-100,100,0.5)
;res@cnMinLevelValF    = -99.
;res@cnMaxLevelValF    = 99
;res@cnLevels          = (/ -102.5, -97.5, -92.5, 92.5, 97.5, 102.5 /)
res@cnLevels           = (/ -99.5, -99, -97.5, -95, 0, 95, 97.5, 99, 99.5 /)
res@cnFillOn           = True

res@cnFillColors=(/"Blue", "Blue4", "Green", "Green4", "White",
"White", "Yellow", "Yellow3", "Red", "Red4"/)
res@cnLinesOn          = False    ; don't draw contour lines
;res@cnLabelBarEndStyle = "ExcludeOuterBoxes"
;res@cnLineLabelsOn = True

```

Lampiran 14. *Script Plotting Pet Lanjutan*

```

;res@lbLabelAlignment = "BoxCenters"
res@lbLabelStrings = ("/"-99.5","-99","-97.5","-
95","0","95","97.5","99","99.5"/)
res@tiMainString = "MSLP B-1"
plot = gsn_csm_contour_map(wks,data1d,res)
;plot2 = gsn_csm_contour(wks,data2d,lres)
;---Add markers at the three different values
;iip1 = ind(data1d.eq. -99)
;iin1 = ind(data1d.eq. -95)
;iiz1 = ind(data1d.eq. -90)
;iia1 =ind(data1d.eq. 0)
;iib1 =ind(data1d.eq. 90)
;iic1 =ind(data1d.eq. 95)
;iid1 =ind(data1d.eq. 99)
mkres = True
mkres@gsMarkerIndex = 16
;--- The 1 values
;mkres@gsMarkerColor = "Blue"
;dum_p =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iip1),lat1d(iip1),mkres)
;--- The -1 values
;mkres@gsMarkerColor = "Red"
;dum_n =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iin1),lat1d(iin1),mkres)

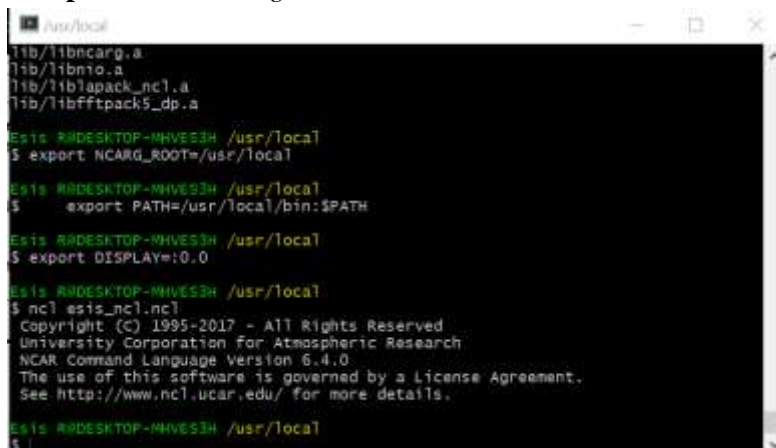
```

Lampiran 14. *Script Plotting Pet Lanjutan*

```

;--- The 0 values
;mkres@gsMarkerColor = "black"
;dum_z =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iiz1),lat1d(iiz1),mkres)
;--- The 1 values
;mkres@gsMarkerColor = "Yellow"
;dum_a =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iia1),lat1d(iia1),mkres)
;--- The -1 values
;mkres@gsMarkerColor = "Green"
;dum_b =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iib1),lat1d(iib1),mkres)
;--- The 0 values
;mkres@gsMarkerColor = "White"
;dum_c =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iic1),lat1d(iic1),mkres)
;--- The 0 values
;mkres@gsMarkerColor = "Grey"
;dum_d =
gsn_add_polymarker(wks,plot,lon1d(iid1),lat1d(iid1),mkres)
;overlay(plot,plot2)
draw(plot)
;draw (Plot2)
frame(wks)
end

```


Lampiran 15. *Running* di Software NCL

```
lib/libncarg.a
lib/libncl.a
lib/liblapack_ncl.a
lib/libfftpack5_dp.a

Esis R@DESKTOP-MHVES3H /usr/local
$ export NCARG_ROOT=/usr/local

Esis R@DESKTOP-MHVES3H /usr/local
$ export PATH=/usr/local/bin:$PATH

Esis R@DESKTOP-MHVES3H /usr/local
$ export DISPLAY=:0.0

Esis R@DESKTOP-MHVES3H /usr/local
$ ncl esis_ncl.ncl
Copyright (C) 1995-2017 - All Rights Reserved
University Corporation for Atmospheric Research
NCAR Command Language Version 6.4.0
The use of this software is governed by a License Agreement.
See http://www.ncl.ucar.edu/ for more details.

Esis R@DESKTOP-MHVES3H /usr/local
$
```

Lampiran 16. Surat Pernyataan Data Tugas Akhir

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS :

Nama : Esis Ramadhan

NRP : 1313 100 138

Menyatakan bahwa data yang saya gunakan dalam Tugas Akhir/Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian/buku/Tugas Akhir/Thesis/publikasi lain yaitu :

Sumber Pertama : Data Online BMKG

Keterangan Pertama : Data Curah Hujan Harian di NTT

Sumber Kedua : Data Online ECMWF

Keterangan Kedua : Data Suhu Permukaan Laut dan Rata-Rata Tekanan Permukaan Laut Periode 1999-2015

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si
NIP. 19820326 200312 1 004

Surabaya, Juli 2017



Esis Ramadhan
NRP. 1313100138

(halaman sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Assalamualaikum wahai pemuda pemudi pejuang bangsa Indonesia di kampus perjuangan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Perkenalkan nama penulis yaitu Esis Ramadhan yang biasa dipanggil Esis, Botty, Orang kaya telah lahir di kota paris van java (Bandung), 24 Februari

1994. Singkat cerita mengenai penulis adalah penulis dilahirkan dari pasangan etnis sunda yang bernama Kustiwa Abdulhanan sebagai ayah dan Nia Kurniati sebagai ibu, dan mempunyai 2 saudara kandung yaitu Ahmad Rizki sebagai kakak laki-laki dan Asri Rahmawati sebagai adik perempuan secara ga langsung penulis merupakan anak kedua dari kedua pasangan suami istri tersebut. Pendidikan yang sudah ditempuh oleh penulis selama kehidupan berlangsung yaitu TK Bahrul-ulum (tahunnya lupa), SDN Batan Indah Serpong (2000-2006), SMP AL-AZHAR BSD (2006-2009), SMA AL-AZHAR BSD (2009-2010), SMAN 9 Bandung (2010-2012), dan D3-Administrasi Bisnis Unpad (2012-2013). Sebelum diterima di jurusan Statistika ITS penulis sudah kuliah di Universitas Padjajaran, namun karena menurut penulis tidak cocok dengan perkuliahan di Unpad, maka penulis pun melanjutkan pendidikan di Jurusan Statistika ITS dikaruniai NRP 1313 100 138. Dari awal masuk mengikuti kegiatan di jurusan Statistika ITS penulis tidak aktif pada tahun pertama atau julukan anak-anak kalo penulis dibilang apatis, namu ditahun kedua penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Statistika ITS atau yang biasa disingkat HIMASTA-ITS periode 2014-2015 di department Kesra (kesenian dan olahraga). Selama menjadi staff Kesra penulis dipercaya menjadi koordinator kegiatan

Bulutangkis setiap minggu dan juga sebagai ketua acara event olahraga di Jurusan Statistika ITS atau awal mulai event tersebut ada yang bernama SPORASTICS, jadi penulis merupakan ketua pertama event Sporastics. Pengalaman berkesan lainnya adalah menjalani program *internship* di Bank Indonesia Region Bandung di Uni TDSEKD dan ASSESMENT, serta menjadi asisten dosen pada mata kuliah Analisis Data 1. Pengalaman tersebut memberikan pelajaran bagi penulis untuk mengetahui bagaimana kondisi dunia pekerjaan yang sebenarnya baik di perusahaan maupun di bidang akademik. Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ingin berdiskusi dengan penulis dapat mengirimkan email ke esisramadan@gmail.com.